

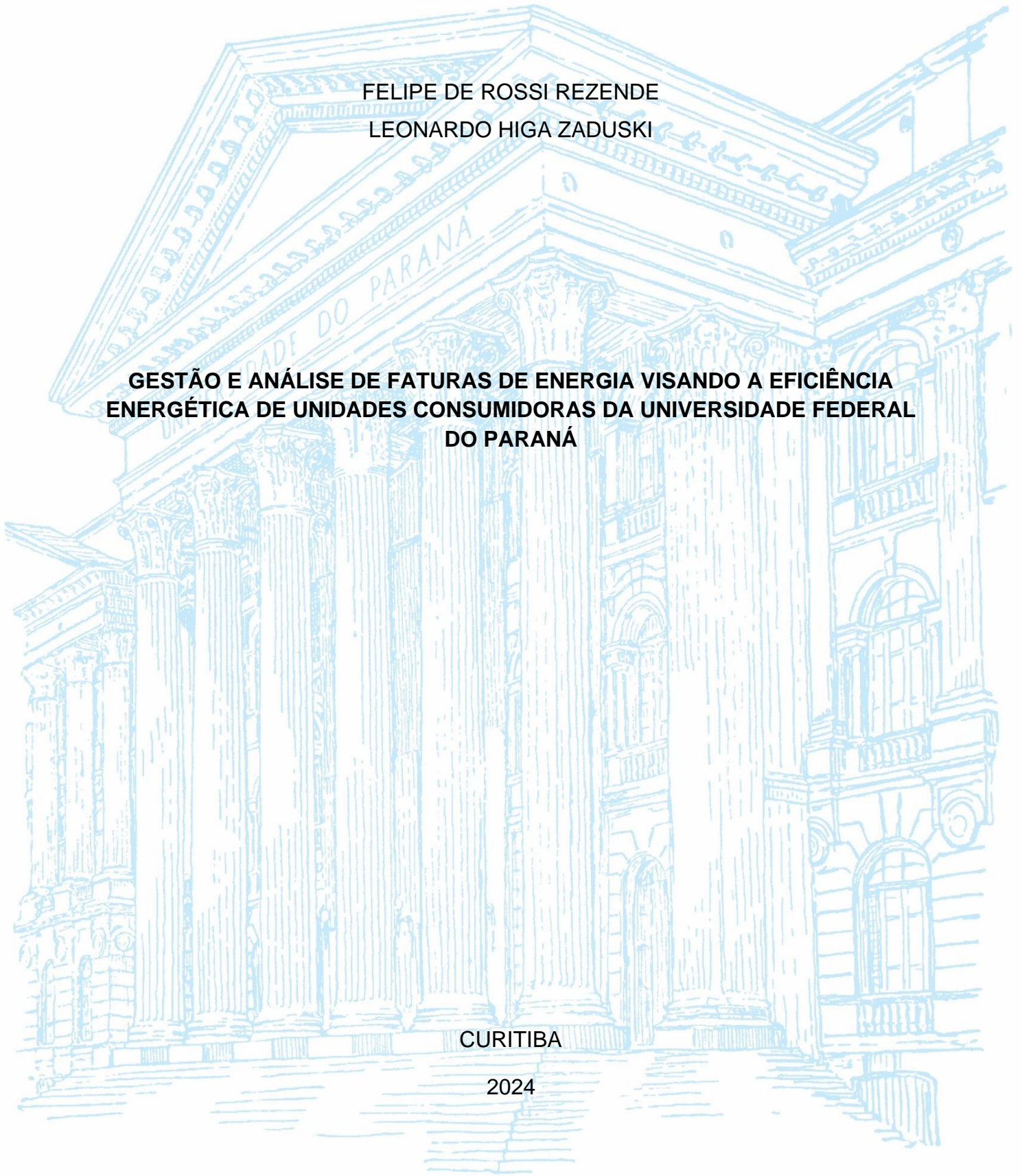
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE DE ROSSI REZENDE
LEONARDO HIGA ZADUSKI

**GESTÃO E ANÁLISE DE FATURAS DE ENERGIA VISANDO A EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA DE UNIDADES CONSUMIDORAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PARANÁ**

CURITIBA

2024



FELIPE DE ROSSI REZENDE
LEONARDO HIGA ZADUSKI

**GESTÃO E ANÁLISE DE FATURAS DE ENERGIA VISANDO A EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA DE UNIDADES CONSUMIDORAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PARANÁ**

TCC apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Elétrica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. James Alexandre Baraniuk

CURITIBA
2024

TERMO DE APROVAÇÃO

FELIPE DE ROSSI REZENDE
LEONARDO HIGA ZADUSKI

GESTÃO E ANÁLISE DE FATURAS DE ENERGIA VISANDO A EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA DE UNIDADES CONSUMIDORAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DO PARANÁ

TCC apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Elétrica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Prof. Dr. James Alexandre Baraniuk

Orientador – Departamento de Engenharia Elétrica, UFPR

Profa. Dra. Juliana Luísa Müller lamamura

Departamento de Engenharia Elétrica, UFPR

Prof. Jayme Passos Rachadel

Departamento de Engenharia Elétrica, UFPR

Curitiba, 12 de dezembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a meus pais, Marcelo e Luciane, que sempre me apoiaram e compreenderam a minha ausência enquanto me dedicava ao curso de engenharia. Agradeço a minha namorada, Isabela, pela paciência e suporte prestado durante esta caminhada.

Aos meus amigos e colegas, de dentro e fora do departamento, que me proporcionaram dias bons e deram suporte em dias ruins. Que direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho e etapa da minha vida – em especial ao meu grande amigo Leonardo, que participou desta caminhada inteira comigo.

Ao Prof. Dr. James Alexandre Baraniuk agradeço pelo aprendizado, conhecimento e apoio durante este trabalho, os quais nunca me esquecerei.

Agradeço ao departamento de Engenharia Elétrica, por todo suporte dado na realização deste trabalho e no meu processo de formação profissional.

Felipe

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica da UFPR. Este momento marca o culminar de anos de dedicação, aprendizado e superação, e não teria sido possível sem o apoio de muitas pessoas.

Primeiramente, agradeço aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, me dando todo o suporte necessário e incentivando-me a seguir em frente com perseverança. Sem o apoio de vocês, este momento não teria o mesmo significado.

Agradeço ao orientador Prof. Dr. James Alexandre Baraniuk, cujas orientações e ensinamentos foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto. Também aos professores que deixaram uma marca significativa em minha formação. Sou eternamente grato por todo o conhecimento e aprendizado.

Por fim, um agradecimento aos meus amigos, que foram uma fonte constante de apoio, inspiração e alegria ao longo dessa jornada acadêmica, deixo minha mais

sincera gratidão. Em especial, ao Felipe, que entrou na faculdade comigo na mesma turma e esteve ao meu lado em cada etapa desse caminho.

A todos, meu sincero muito obrigado!

Leonardo

RESUMO

A crescente preocupação com a eficiência energética, motivada tanto pela necessidade de redução de custos operacionais quanto pelo impacto ambiental, impulsiona instituições como a Universidade Federal do Paraná (UFPR) a adotarem medidas estratégicas para otimizar o uso de energia elétrica. Este trabalho analisou o consumo energético no campus Centro Politécnico, com foco em locais de alta demanda, utilizando como principais ferramentas a análise de faturas de energia e diagnósticos energéticos baseados nas normas ISO 50001 e ISO 50002. Foram investigados quatro locais com características distintas: o prédio PK, o bloco PF, o Centro de Microscopia Eletrônica (CME) e a Agência de Tecnologia da Informação e Comunicação (AGTIC). A metodologia combinou a análise de faturas para identificar possibilidades de economia no contrato de energia com diagnósticos energéticos para, principalmente avaliar equipamentos de uso significativo de energia (USE) e simular cenários de otimização. Entre as ações propostas, destacam-se a modernização de equipamentos, ajustes operacionais e intervenções estruturais, como a troca de vidros e a automação de sistemas. Os resultados demonstraram um potencial de economia financeira mensal significativa de aproximadamente R\$ 25.500,00, com impacto positivo na redução de desperdícios e melhoria da eficiência energética. O estudo conclui que medidas sistemáticas, aliadas a boas práticas de gestão e tecnologia, são fundamentais para alcançar um consumo mais sustentável, proporcionando benefícios econômicos e ambientais à UFPR.

Palavras-chave: eficiência energética, diagnóstico energético, gestão de faturas, consumo energético, UFPR.

ABSTRACT

The growing concern with energy efficiency, driven by the need to reduce operational costs and mitigate environmental impacts, encourages institutions like the Federal University of Paraná (UFPR) to adopt strategic measures to optimize electricity use. This study analyzed energy consumption at the Centro Politécnico campus, focusing on high-demand locations, using energy bill analysis and energy diagnostics based on ISO 50001 and ISO 50002 standards as primary tools. Four distinct locations were investigated: the PK building, the PF block, the Electron Microscopy Center (CME), and the Information and Communication Technology Agency (AGTIC). The methodology combined energy bill analysis to identify cost-saving opportunities in energy contracts with energy diagnostics to evaluate significant energy-use equipment (USE) and simulate optimization scenarios. Proposed actions include equipment modernization, operational adjustments, and structural interventions, such as window replacements and system automation. The results demonstrated a significant potential monthly financial saving of approximately R\$ 25,500, positively impacting waste reduction and energy efficiency improvement. The study concludes that systematic measures, combined with best management practices and technology, are essential for achieving more sustainable consumption, providing economic and environmental benefits to UFPR.

Keywords: energy efficiency, energy diagnostics, bill management, energy consumption, UFPR.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 01 – Triângulo de potências
- FIGURA 02 – Diagrama de blocos metodologia de análise de faturas
- FIGURA 03 – Diagrama de blocos metodologia diagnóstico energético
- FIGURA 04 – Gráfico da economia da UFPel entre 2014 e 2022
- FIGURA 05 – Fatura de energia centro politécnico referente a março de 2024
- FIGURA 06 – Consumo e demanda centro politécnico
- FIGURA 07 – Fatura do centro politécnico referente ao mês de fevereiro de 2024
- FIGURA 08 – Fatura do centro politécnico emitida no mês de abril de 2023
- FIGURA 09 – Fatura do centro politécnico emitida no mês de março de 2024
- FIGURA 10 – Relação de consumo por categoria do cenário com ar do bloco PK
- FIGURA 11 – Relação de consumo por categoria do cenário sem ar do bloco PK
- FIGURA 12 – Gráfico de consumo do cenário com ar do bloco PK
- FIGURA 13 – Gráfico de consumo do cenário sem ar do bloco PK
- FIGURA 14 – Gráfico de consumo por categoria do bloco PF
- FIGURA 15 – Gráfico de Pareto de consumo por categoria do bloco PF
- FIGURA 16 – Gráfico de demanda do CPD da UFPR no dia 30/11/2024
- FIGURA 17 – Gráfico de consumo por cenário AGTIC
- FIGURA 18 – Gráfico de consumo melhorado por cenário AGTIC
- FIGURA 19 – Gráfico de demanda do CME no dia 04/12/2024
- FIGURA 20 – Gráfico de consumo por cenário CME
- FIGURA 21 – Gráfico de consumo por cenário otimizado CME
- FIGURA 22 – Economia de cada procedimento do cenário com ar
- FIGURA 23 – Economia de cada procedimento do cenário sem ar

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Tabela de simulação com demanda contratada de 2100 kW

TABELA 02 – Tabela de simulação com demanda contratada de 2000 kW

TABELA 03 – Tabela de simulação com demanda contratada de 1900 kW

TABELA 04 – Tabela de simulação com demanda contratada de 1700 kW

TABELA 05 – Tabela de simulação com demanda contratada de 1635 kW

TABELA 06 – Tabela de simulação com demanda contratada de 1634 kW

TABELA 07 – Economia do Centro Politécnico para o cenário sem ar

TABELA 08 – Economia do Centro Politécnico para o cenário com ar

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

UFPR – Universidade Federal do Paraná

kW – Quilowatts

kWh – Quilowatt Hora

kVA_{rh} – Quilo Volt Ampère Reativo Hora

UC – Unidade Consumidora

ANEEL – Agência Nacional de Engenharia Elétrica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR– Norma Brasileira

ISO – Organização Internacional de Normalização

DELT – Departamento de Energia Elétrica

USE – Uso Significativo da Energia

UFPEl – Universidade Federal de Pelotas

CME – Centro de Microscopia Eletrônica

AGTIC – Agência de Tecnologia da Informação e Comunicação

PDCA – *Plan, Do, Check e Act*

CPD – Centro de Processamento de Dados

CANOPUS – Cental de Operação e Monitoramento Minirrede no Politécnico – UFPR

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. CONTEXTO	13
1.2. JUSTIFICATIVA	14
1.3. OBJETIVOS	14
1.3.1. Objetivo Geral.....	14
1.3.2. Objetivos Específicos.....	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1. CONCEITO DE ENERGIA	15
2.2. FATOR DE POTÊNCIA	16
2.3. HORÁRIO DE PONTA E FORA DE PONTA.....	16
2.4. CONCEITO DE DEMANDA.....	16
2.4.1. Demanda contratada	16
2.4.2. Demanda de ultrapassagem.....	17
2.4.3. Demanda faturável.....	17
2.5. CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES E MODALIDADES TARIFÁRIAS 17	
2.6. CONCEITO DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	18
2.6.1. ISO 50001.....	19
2.6.2. ISO 50002.....	20
3. METODOLOGIA DE TRABALHO	22
4. LEVANTAMENTO DE AÇÕES PARA REDUÇÃO DE GASTOS	24
5. ANÁLISE DE FATURAS	26
5.1. PERFIL CENTRO POLITÉCNICO.....	27
5.2. MIGRAÇÃO DA MODALIDADE TARIFÁRIA.....	29
5.3. DEMANDA	29
5.4. MULTAS E JUROS	31
5.5. ENERGIA REATIVA.....	32
6. DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS	34
6.1. CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS USE	34
6.2. PRÉDIO PK.....	35
6.3. BLOCO PF	38
6.4. AGTIC	40

6.5. CME	43
7. CONCLUSÃO	Erro! Indicador não definido.
8. REFERÊNCIAS	50
9. APÊNDICES	53

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTO

Na atualidade, a eficiência energética é um tema de extrema relevância, não apenas pela sua importância na redução de custos operacionais, mas também pelo seu impacto significativo na sustentabilidade ambiental. No contexto empresarial, a gestão e análise de faturas de energia elétrica surgem como elementos-chave na busca por um consumo mais consciente e economicamente viável.

A Universidade Federal do Paraná (UFPR), como uma das principais instituições de ensino e pesquisa do país, possui uma vasta infraestrutura distribuída em diversos campus e unidades consumidoras (UCs), com dezenas de milhares de alunos e funcionários, o que resulta em um considerável consumo de energia elétrica. Diante desse cenário, a implementação de um sistema de gestão eficiente e medidas para redução do consumo se tornam indispensáveis para identificar oportunidades de melhoria, reduzir desperdícios e promover o uso racional da energia.

Este trabalho tem como objetivo central explorar os desafios e oportunidades relacionados à economia de gastos com energia elétrica, com foco específico na promoção da eficiência energética. Por meio de uma abordagem multidisciplinar, pretende-se investigar os padrões de consumo de energia, identificar possíveis áreas de desperdício e propor medidas e estratégias para otimizar o uso da energia elétrica no campus Centro Politécnico.

Ao analisar de forma crítica os processos existentes de gestão, controle e análise do consumo de energia da UFPR, bem como examinar casos de boas práticas e experiências bem-sucedidas em outras instituições de ensino, este trabalho visa fornecer uma base de dados, indicadores e soluções para ser possível uma gestão mais eficiente, rápida e visual. Espera-se que os resultados deste estudo contribuam não apenas para a melhoria da gestão energética na UFPR, mas também para o avanço do conhecimento e das práticas relacionadas à eficiência energética no contexto acadêmico e institucional.

1.2. JUSTIFICATIVA

Em diversas empresas e organizações, uma parte considerável das despesas é proveniente do consumo de energia elétrica, cenário em que a UFPR também se encaixa. Por esse motivo, existe interesse dessas organizações procurarem soluções cabíveis e viáveis para redução desse consumo e conseqüentemente do gasto, ajudando ainda a reduzir impactos ambientais. Nesse cenário, as metodologias aplicadas se destacam por serem processos que demandam um baixo investimento com um provável grande retorno.

Dito isto, este trabalho visa coletar e analisar dados para mostrar pontos de possível redução de consumo de energia e aumento da eficiência energética da unidade consumidora campus Centro Politécnico da UFPR, além de contribuir com dados para construção de indicadores.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

O presente projeto possui como objetivo geral reduzir o valor das despesas de energia elétrica da UFPR através de análises das faturas de energia, juntamente com a realização de diagnóstico energético em edificações selecionadas do centro politécnico com uso significativo de energia (USE).

1.3.2. Objetivos Específicos

Entre os objetivos específicos, destacam-se:

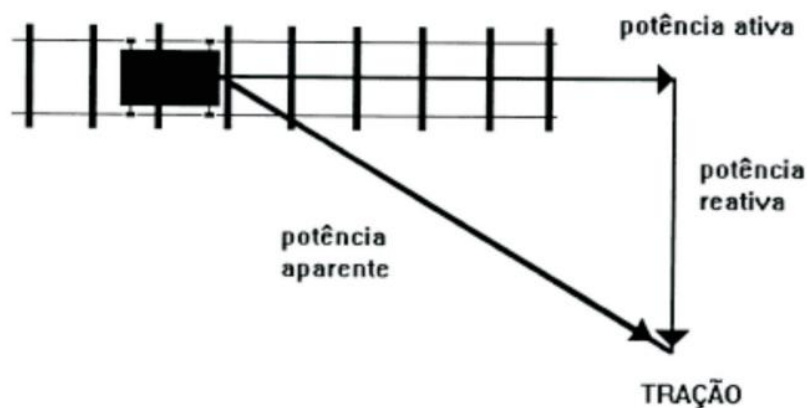
- definir procedimentos que contribuam para a redução de consumo de energia elétrica;
- apresentar medidas para redução significativa de gastos após análise;
- realização de procedimento de diagnóstico energético.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. CONCEITO DE ENERGIA

Os motores, os transformadores e outros equipamentos de unidades consumidoras têm como força a energia elétrica, que é utilizada de duas formas distintas: a energia reativa e a energia ativa. A primeira delas, a energia reativa, medida em kVArh, não realiza trabalho efetivo, mas é necessária e consumida na geração do campo eletromagnético responsável pelo funcionamento de motores, transformadores e geradores. A segunda, a energia ativa, medida em quilowatt-hora (kWh), é a que realmente gera trabalho, isto é, faz os motores e os transformadores funcionarem. A composição destas duas formas de energia resulta na energia aparente ou total. (COPEL, 2024b)

FIGURA 01 – Triângulo de potências



FONTE: (Procel, 2011)

Para calcular o consumo de energia elétrica em kWh de um equipamento, é necessário conhecer a potência do equipamento em watts (W) e o período de utilização do mesmo em horas e realizar o cálculo:

$$(Potência \times Tempo De Utilização)/1000 \quad (2)$$

2.2. FATOR DE POTÊNCIA

O fator de potência é uma relação entre a energia ativa e a energia aparente ou total. A resolução ANEEL 456/2000 determina que o fator de potência deve ser mantido o mais próximo possível da unidade, mas permite um valor mínimo de 0,92. Se o fator de potência estiver abaixo desse mínimo, a conta de energia elétrica sofrerá um ajuste em reais. Quanto maior for o consumo de energia reativa, para o mesmo consumo de energia ativa, mais baixo será o fator de potência. (COPEL, 2024b)

2.3. HORÁRIO DE PONTA E FORA DE PONTA

O horário de ponta é o período de 3 (três) horas consecutivas, exceto sábados, domingos e feriados nacionais, definido pela concessionária, em função das características de seu sistema elétrico. Em algumas modalidades tarifárias, nesse horário a demanda e o consumo de energia elétrica têm preços mais elevados. Ao contrário do horário de ponta, o horário fora de ponta corresponde às demais 21 horas do dia, que não sejam os referentes ao horário de ponta. (PROCEL, 2011)

2.4. CONCEITO DE DEMANDA

Demanda é a média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère reativo (kVAr), respectivamente. (COPEL, 2024b)

2.4.1. Demanda contratada

Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW). (COPEL, 2024b)

2.4.2. Demanda de ultrapassagem

Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW). (COPEL, 2024b)

De acordo com o site da COPEL, quando os montantes de demanda de potência ativa medidos excederem em mais de 5% os valores contratados, o cálculo do faturamento é feito seguindo a seguinte equação:

$$DULTRAPASSAGEM(p) = [PAM(p) - PAC(p)] \times 2 \times VRDULT(p) \quad (3)$$

onde:

- DULTRAPASSAGEM(p): valor correspondente à demanda de potência ativa por posto horário “p”, quando cabível, em Reais (R\$);
- PAM(p): demanda de potência ativa medida em cada posto horário “p” no período de faturamento, quando cabível, em quilowatt (kW);
- PAC(p): demanda de potência ativa contratada, por posto horário “p” no período de faturamento, quando cabível, em quilowatt (kW);
- VRDULT(p): valor de referência equivalente às tarifas de demanda de potência aplicáveis aos subgrupos do grupo A; e
- p: indica posto horário, ponta ou fora de ponta.

2.4.3. Demanda faturável

Valor da demanda de potência ativa, considerada para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW). (COPEL, 2024b)

2.5. CLASSIFICAÇÃO DOS CONSUMIDORES E MODALIDADES TARIFÁRIAS

As modalidades tarifárias são um conjunto de tarifas aplicáveis ao consumo de energia elétrica e à demanda de potência ativa. Elas são definidas de acordo com o Grupo Tarifário, segundo as opções de contratação definidas na Resolução Normativa

ANEEL nº 1.000/2021 e no Módulo 7 dos Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET:

- **Grupo A:** Unidades consumidoras da Alta Tensão (Subgrupos A1, A2 e A3), Média Tensão (Subgrupos A3a e A4), e de sistemas subterrâneos (Subgrupo AS).
 - Horário Azul: tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários). Disponibilizada para todos os subgrupos do grupo A; e
 - Horário Verde: tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários), e de uma única tarifa de demanda de potência. Disponível para os subgrupos A3a, A4 e AS.
- **Grupo B:** Unidades consumidoras da Baixa Tensão, das Classes Residencial (Subgrupo B1), Rural (B2), Demais Classes (B3) e Iluminação Pública (B4).
 - Convencional Monômnia: tarifa única de consumo de energia elétrica, independentemente das horas de utilização do dia; e
 - Horário Branca: tarifa diferenciada de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia (postos tarifários). Não está disponível para o subgrupo B4 e para a subclasse Baixa Renda do subgrupo B1. (ANEEL, 2022)

2.6. CONCEITO DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

De acordo com Hamilton Ortiz, um diagnóstico energético é uma análise do desempenho energético de uma organização, seus processos, sistemas e equipamentos (HAMILTON ORTIZ, 2020). Ele envolve a análise detalhada dos padrões de consumo, das condições operacionais e dos fatores que influenciam o uso de energia, visando propor soluções técnicas ou comportamentais que reduzam o desperdício e otimizem o desempenho energético. Este processo é importante porque simplifica o entendimento do consumo e uso de energia elétrica, facilitando a identificação de potenciais de economia.

Neste trabalho, o modelo de diagnóstico energético teve como base normas como a ISO 50001 e ISO 50002.

2.6.1. ISO 50001

A ISO 50001 é uma norma internacional desenvolvida pela *International Organization for Standardization* (ISO) que especifica requisitos para a implementação, manutenção e melhoria contínua de um sistema de gestão de energia (SGE). Seu principal objetivo é permitir que organizações estabeleçam processos e práticas para melhorar o desempenho energético, reduzir custos operacionais e minimizar impactos ambientais.

A norma tem como principais objetivos:

- **Redução do consumo energético:** Implementar práticas que resultem em menor uso de energia;
- **Redução de custos operacionais:** A melhoria do desempenho energético reduz despesas a longo prazo;
- **Sustentabilidade:** Minimização das emissões de gases de efeito estufa e impacto ambiental;
- **Conformidade legal:** Facilita a adesão a legislações e regulamentações locais e internacionais.

Além disso, a ISO 50001 segue o modelo PDCA (planejar, executar, verificar e agir), promovendo uma abordagem cíclica de melhoria contínua. Isso significa que o processo é algo iterativo, sempre buscando a maior eficiência. Um ciclo do modelo é representado pelos seguintes passos:

- **Plan (Planejar):**
 - Definição da Política Energética: Comprometimento da alta direção com a eficiência energética.
 - Identificação de aspectos energéticos significativos: Análise de uso significativo de energia (USE) e identificação de áreas de alto consumo.

- Definição de metas e objetivos energéticos: Alinhamento com indicadores de desempenho energético (IDEs).
- Elaboração do plano de ação: Estabelecimento de um plano com responsabilidades, recursos e prazos.
- **Do (Executar):**
 - Implementação de processos e controles operacionais: aplicação de boas práticas e tecnologias eficientes.
 - Capacitação e conscientização: treinamento de equipes para promover a cultura de eficiência energética.
 - Gestão de documentos e registros: documentação dos processos e ações implementadas.
- **Check (Verificar):**
 - Monitoramento e medição do desempenho energético: coleta de dados e análise contínua dos resultados.
 - Auditorias internas: avaliações periódicas para verificar conformidade e identificar oportunidades de melhoria.
 - Revisão de indicadores: comparação entre resultados alcançados e metas estabelecidas.
- **Act (Agir):**
 - Ações corretivas e preventivas: implementação de melhorias com base nos resultados das auditorias.
 - Revisão da gestão: avaliação crítica da alta direção para garantir a continuidade e a eficácia do sistema de gestão de energia.

2.6.2. ISO 50002

A ISO 50002 é uma norma internacional desenvolvida para orientar a realização de auditorias energéticas em organizações. Publicada em 2014, complementa a ISO 50001 ao fornecer diretrizes detalhadas sobre como conduzir auditorias, identificar oportunidades de melhoria e priorizar ações para otimização do consumo energético. Essa norma é fundamental para garantir um diagnóstico

energético rigoroso e estruturado, especialmente em ambientes com grande demanda.

A norma tem como objetivos:

- **Avaliação do consumo energético:** Proporcionar uma compreensão clara dos padrões de uso de energia.
- **Identificação de oportunidades de eficiência:** Localizar áreas de desperdício e propor soluções técnicas ou comportamentais.
- **Base para tomada de decisões:** Fornecer dados confiáveis para justificar investimentos em eficiência energética.
- **Facilitação da conformidade:** Suportar a implementação da ISO 50001 ao fornecer insumos para o planejamento energético.

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia do presente trabalho tem como base bibliografias científicas, tais como, normas ABNT NBR ISO 50001 para a gestão de energia, ABNT NBR ISO 50002 para o diagnóstico energético, bem como NBR 16819 para eficiência energética. Ela pode se dividir em duas partes:

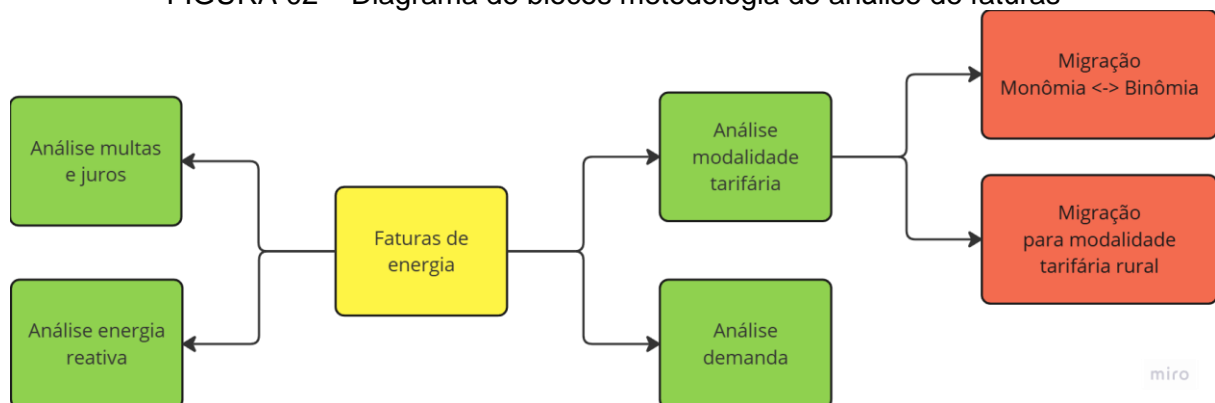
- metodologia para análise de faturas;
- metodologia para diagnóstico energético.

Ambas metodologias são independentes, mas com o mesmo propósito: análises para criar uma base de dados para gerar indicadores, facilitando a tomada de decisão da gestão da unidade consumidora.

Para a coleta de dados, o Departamento de Engenharia Elétrica (DELT) fornece as faturas de energia, assim como possui medidores de energia em locais estratégicos da universidade. Adicionalmente, o DELT é capaz de fornecer medidores para análises isoladas que se fazem necessárias, como por exemplo em laboratórios em que não é possível ter acesso interno.

Para análise de dados, tanto para análise das faturas quanto para o diagnóstico energético é utilizada a ferramenta Microsoft Excel para gerar gráficos e planilhas com indicadores que facilitem a tomada de decisão do gestor.

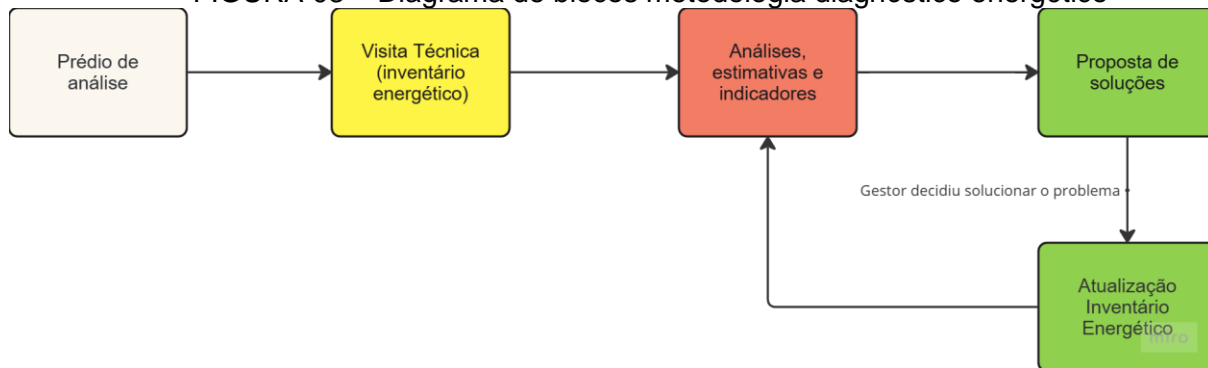
FIGURA 02 – Diagrama de blocos metodologia de análise de faturas



FONTE: Autores

Como mostrado na figura 02 acima, a análise de faturas consiste em analisar impactos na migração de modalidade tarifária, demanda, energia reativa e multas e juros do Centro Politécnico durante um período determinado. No caso deste trabalho, foi analisado o período entre abril de 2023 a março de 2024.

FIGURA 03 – Diagrama de blocos metodologia diagnóstico energético



FONTE: Autores

Já a metodologia do diagnóstico energético (figura 03) tem como particularidade realizar estimativas, análises e comparações de consumo de energia em diferentes cenários, pontuando otimizações de alto impacto energético e equipamentos de Uso Significativo de Energia (USE).

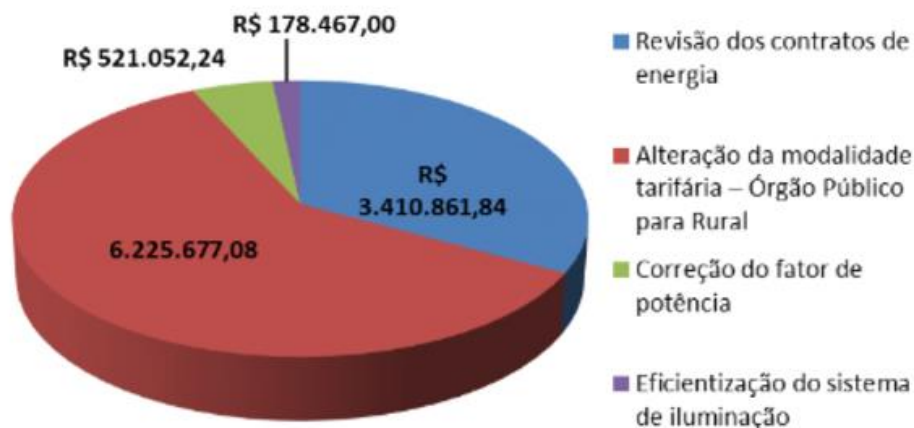
O processo envolve realizar a vistoria técnica, observando pontos de interesse e coletando informações dos ambientes e equipamentos eletrônicos neles presentes. Após isso, são feitas as análises e estimativas com base nas informações coletadas, separadas por ambientes.

4. LEVANTAMENTO DE AÇÕES PARA REDUÇÃO DE GASTOS

Muito do levantamento de iniciativas e casos de uso para inspirar e motivar este trabalho foi feito com base no [website da PROBEN](#) (Programa de Bom Uso Energético) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), onde o mesmo foi estudado para retirar as informações que resultaram em uma redução de gastos significativa para a instituição. (PROBEN, 2024)

Para eles, o que mais trouxe benefícios foi a adequação do sistema tarifário de suas unidades consumidoras, principalmente em relação à alteração da modalidade tarifária de órgão público para rural. Para se enquadrar nessa modalidade, as cargas instaladas na UC devem ser predominantemente destinadas a práticas e atividades agropecuárias. Neste cenário, foi obtido aproximadamente 35% de economia na fatura de energia, totalizando R\$ 6.225.677,08 entre janeiro de 2014 até abril de 2022, como mostrado na imagem abaixo.

FIGURA 04 – Gráfico da economia da UFPEL entre 2014 e 2022.



FONTE: PROBEN (2024).

Além disso, ainda sobre modalidades tarifárias, eles realizaram análises com relação a tarifa monômnia (grupo B), tarifa binômnia (grupo A), estrutura tarifária horo-sazonal verde e estrutura tarifária horo-sazonal azul, alterando assim tanto a modalidade, quanto a demanda, que também resultou em uma boa economia.

Houve também ações para troca das lâmpadas incandescentes e o resultado obtido foi muito significativo, onde, com a troca, conseguiram 87% mais iluminação e 59% menos consumo com luz.

Com essas motivações, este trabalho tem o intuito de reduzir os gastos do centro politécnico por meio de uma análise da fatura de energia e por meio de diagnóstico energético de ambientes da universidade que possivelmente representam uma boa parcela do consumo. Isso é identificado por meio de medidores que estão espalhados pelo campus, mas, em alguns ambientes, o medidor não é dedicado a apenas um ambiente, mas sim a um conjunto de ambientes, como é o caso do Centro de Microscopia Eletrônica (CME).

5. ANÁLISE DE FATURAS

A análise das faturas, como já explicado anteriormente, foi dividida em quatro vertentes diferentes:

- análise de modalidade tarifária;
- análise de demanda;
- análise de energia reativa;
- análise de multas e juros.

Para executar essas análises, foram observadas as faturas entre abril de 2023 e março de 2024 do Centro Politécnico. Para isso, é necessária a coleta das tarifas de energia. Elas são disponibilizadas no *site* da COPEL, que ressalta que os impostos ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), PIS (Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) já estão inclusos para facilitar o entendimento do consumidor. O PIS e o COFINS são apurados mensalmente, com suas variações sendo aplicadas às tarifas tempestivamente. A UFPR, sendo uma instituição pública, é sujeita ao regime de retenção na fonte. Isso significa que os tributos federais são descontados diretamente pela instituição antes de fazer o pagamento à distribuidora (Copel) e por isso, os impostos estão retidos nas faturas que serão analisadas neste tópico, como é possível observar na figura 05 abaixo:

FIGURA 05 – Fatura de energia centro politécnico referente a março de 2024.

Nome: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA
Endereço: Rod Br 116 - Pe 01500 2022 Centro Politecnico - Jardim das Americas
CEP: 81690-190
Cidade: Curitiba - Estado: PR
CNPJ: 75095679/0001-49
I.E.: ISENTO

UNIDADE CONSUMIDORA
19450729
 ▲ CÓDIGO DÉBITO AUTOMÁTICO ▲

31/01/2024	29/02/2024	28	01/04/2024
------------	------------	----	------------

NOTA FISCAL No. 92924968 - SÉRIE 3
DATA DE EMISSÃO: 25/03/2024
Consulte Chave de Acesso em:
<https://nf3e.fazenda.pr.gov.br/nf3e/NF3eConsulta?wsdl>
Chave de Acesso
4124 0304 3688 9800 0106 6600 3092 9249 6810 4798 8250
Protocolo de Autorização: 1412400015362825
25/03/2024 às 04:09:42+00:00
Protocolo de Autorização: 1412400015362825 25/03/2024 16:09:42+00:00

REF: MÊS / ANO	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
03/2024	25/04/2024	R\$466.291,48



Itens de fatura	Unid.	Quant.	Preço unit (R\$) com tributos	Valor (R\$)	PIS/COFINS	ICMS	Tarifa unit. (R\$)
ENERGIA ELETRICA TE PONTA	kWh	49.047	0,580401	28.466,91	1.223,17	5.124,04	0,450990
ENERGIA ELETRICA USD PONTA	kWh	49.047	1,503400	73.737,26	3.168,34	13.272,71	1,168190
ENERGIA ELETRICA TE F PONTA	kWh	529.118	0,369830	195.683,87	8.408,15	35.223,09	0,287370
ENERGIA ELETRICA USD F PONTA	kWh	529.118	0,126842	67.114,18	2.883,76	12.080,55	0,098560
ENERGIA REAT EXCED TE PONTA	kWh	9	0,386667	3,48	0,15	0,62	0,302140
ENERGIA REAT EXCED TE F PONTA	kWh	405	0,388815	157,47	6,77	28,34	0,302140
DEMANDA USD	kW	1.716,48	28,904852	49.614,60	2.204,30	8.930,63	22,460000
DEMANDA USD ISENTA ICMS	kW	383,52	23,702023	9.090,20	403,87	0,00	22,460000
CESSAO DE ALIMENTADOR RESERVA				49.774,16			
COMPARTILHAMENTO DE POSTE				24.680,00			
CONT ILUMIN PUBLICA MUNICIPIO				122,90			
IMP.RET. PIS (0,65%)				-3.239,07			
IMP.RET. COFINS (3,00%)				-14.949,62			
IMP.RET. CSLL (1,00%)				-4.983,18			
IMP.RET. IRPJ (1,20%)				-4.970,21			
IMP.RET. IRPJ (4,80%)				-4.002,47			
TOTAL				466.291,48	18.298,51	74.659,98	

Tributo	Base de Cál. (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ICMS	414.777,77	18%	74.659,98
COFINS	345.207,94	4,21%	14.550,87
PIS	345.207,94	0,65%	2.243,84
IMP.RET.	414.937,33	1,20%	-4.979,21
IMP.RET.	83.394,80	4,80%	-4.002,47
IMP.RET.	498.322,13	0,65%	-3.239,07
IMP.RET.	498.322,13	3%	-14.949,62
IMP.RET.	498.322,13	1%	-4.983,18

GRANDEZAS CONTRATADAS	
Demanda Todos os Períodos:	2100 kW
Demanda Fora Ponta:	0 kW
Energia Ponta:	0 kWh
Energia Fora Ponta:	0 kWh
Res. Capacidade Ponta:	0 kW
Res. Capacidade Fora Ponta:	0 kW
Montante na Ponta:	0 kW
Montante Fora de Ponta:	0 kW

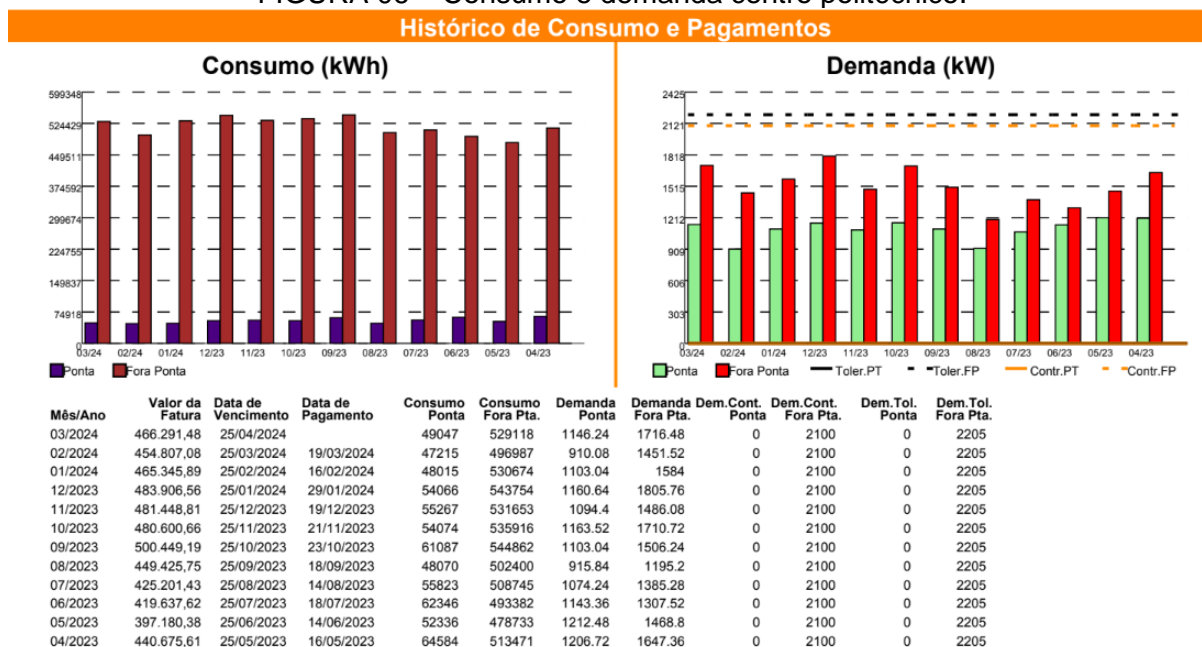
FONTE: Fatura COPEL.

5.1. PERFIL CENTRO POLITÉCNICO

O Politécnico é classificado como grupo A4 Poder Público, fazendo parte da tarifa horária verde. Sendo assim, são cobradas tarifas diferentes para a unidade de kWh consumido dependendo do horário do consumo, mas uma única tarifa para a contratação de demanda.

Abaixo, na figura 06, são mostrados o consumo e demanda por mês, assim como valor das faturas no período de análise.

FIGURA 06 – Consumo e demanda centro politécnico.



FONTE: Fatura COPEL.

Observando a imagem acima, é possível concluir que o campus possui o seguinte perfil de consumo:

- Possui alta predominância do consumo sendo fora de ponta, aproximadamente 90%;
- Estabilidade no consumo mensal, mantendo-se relativamente constante ao longo dos meses:
 - Média de consumo fora de ponta: aproximadamente 500.000 kWh a 550.000 kWh;
 - Média do consumo em ponta: varia entre 47.000 kWh e 64.000 kWh. Variação possivelmente por conta das férias, onde o consumo é menor.
- Demanda contratada em torno de 2.100 kW;
- Demanda real: não há ultrapassagem e existe uma margem relativamente alta em todos os meses, onde a maior demanda registrada foi em dezembro na potência de 1.805 kW. Possui uma média de 1.100 kW em horário de ponta e 1.520 kW em horário fora de ponta;
- Valor médio de aproximadamente R\$ 455.000,00.

5.2. MIGRAÇÃO DA MODALIDADE TARIFÁRIA

A migração da modalidade tarifária a ser abordada neste trabalho será a migração da tarifação monômnia (grupo B) para binômnia (grupo A) e vice-versa e a possibilidade de alteração para o modelo de tarifação rural, onde há isenção de ICMS.

Neste caso, o Politécnico não terá vantagem em migrar para o grupo B, já que seu perfil de consumo é de muito alto, com fornecimento em média/alta tensão. Além disso, não é possível realizar a migração para a tarifação rural, já que a unidade consumidora não atende os requisitos para adesão (não executa atividade rural de modo geral). Porém, essa última migração pode ser benéfica para outras unidades consumidoras registradas em nome da UFPR.

5.3. DEMANDA

Nesta análise, foi considerado que o campus iria manter a tarifa horária verde e, portanto, a demanda contratada será para todos os períodos.

A análise é feita simulando a diminuição gradual da demanda contratada para os valores consumidos entre os meses de abril de 2023 e março de 2024 para comparar os valores finais. Se, ao diminuir a demanda, o valor final aumentar, significa que o valor da demanda a ser contratado é o melhor possível para essas amostras desse período.

TABELA 01 – Tabela de simulação com demanda contratada de 2.100 kW.

DEMANDA (kW)	DEMANDA COM IMPOSTOS	FATURADO (kW)	FATURADO (R\$)	ULTRAPASSAGEM	VALOR	DEMANDA SEM ICMS	TOTAL
2100	R\$ 28,90	1716,48	R\$ 49.614,54	-383,52	R\$ 23,61	R\$ 9.056,77	R\$ 58.671,31
2100	R\$ 28,90	1451,52	R\$ 41.955,92	-648,48	R\$ 23,61	R\$ 15.313,77	R\$ 57.269,69
2100	R\$ 28,90	1584	R\$ 45.785,23	-516	R\$ 23,61	R\$ 12.185,27	R\$ 57.970,50
2100	R\$ 28,90	1805,76	R\$ 52.195,16	-294,24	R\$ 23,61	R\$ 6.948,44	R\$ 59.143,60
2100	R\$ 28,90	1486,08	R\$ 42.954,87	-613,92	R\$ 23,61	R\$ 14.497,64	R\$ 57.452,51
2100	R\$ 28,90	1710,72	R\$ 49.448,04	-389,28	R\$ 23,61	R\$ 9.192,80	R\$ 58.640,84
2100	R\$ 28,90	1506,24	R\$ 43.537,59	-593,76	R\$ 23,61	R\$ 14.021,56	R\$ 57.559,15
2100	R\$ 28,90	1195,2	R\$ 34.547,03	-904,8	R\$ 23,61	R\$ 21.366,73	R\$ 55.913,77
2100	R\$ 28,90	1385,28	R\$ 40.041,26	-714,72	R\$ 23,61	R\$ 16.878,02	R\$ 56.919,28
2100	R\$ 28,90	1307,52	R\$ 37.793,62	-792,48	R\$ 23,61	R\$ 18.714,31	R\$ 56.507,93
2100	R\$ 28,90	1468,8	R\$ 42.455,39	-631,2	R\$ 23,61	R\$ 14.905,70	R\$ 57.361,10
2100	R\$ 28,90	1647,36	R\$ 47.616,63	-452,64	R\$ 23,61	R\$ 10.689,03	R\$ 58.305,67
		1522,08				TOTAL	R\$ 691.715,33

FONTE: Os autores.

TABELA 02 – Tabela de simulação com demanda contratada de 2.000 kW.

DEMANDA (kW)	DEMANDA COM IMPOSTOS	FATURADO (kW)	FATURADO (R\$)	ULTRAPASSAGEM	VALOR	DEMANDA SEM ICMS	TOTAL
2000	R\$ 28,90	1716,48	R\$ 49.614,54	-283,52	R\$ 23,61	R\$ 6.695,29	R\$ 56.309,82
2000	R\$ 28,90	1451,52	R\$ 41.955,92	-548,48	R\$ 23,61	R\$ 12.952,28	R\$ 54.908,20
2000	R\$ 28,90	1584	R\$ 45.785,23	-416	R\$ 23,61	R\$ 9.823,79	R\$ 55.609,01
2000	R\$ 28,90	1805,76	R\$ 52.195,16	-194,24	R\$ 23,61	R\$ 4.586,95	R\$ 56.782,11
2000	R\$ 28,90	1486,08	R\$ 42.954,87	-513,92	R\$ 23,61	R\$ 12.136,15	R\$ 55.091,02
2000	R\$ 28,90	1710,72	R\$ 49.448,04	-289,28	R\$ 23,61	R\$ 6.831,31	R\$ 56.279,35
2000	R\$ 28,90	1506,24	R\$ 43.537,59	-493,76	R\$ 23,61	R\$ 11.660,08	R\$ 55.197,66
2000	R\$ 28,90	1195,2	R\$ 34.547,03	-804,8	R\$ 23,61	R\$ 19.005,25	R\$ 53.552,28
2000	R\$ 28,90	1385,28	R\$ 40.041,26	-614,72	R\$ 23,61	R\$ 14.516,53	R\$ 54.557,79
2000	R\$ 28,90	1307,52	R\$ 37.793,62	-692,48	R\$ 23,61	-R\$ 16.352,82	R\$ 54.146,45
2000	R\$ 28,90	1468,8	R\$ 42.455,39	-531,2	R\$ 23,61	R\$ 12.544,22	R\$ 54.999,61
2000	R\$ 28,90	1647,36	R\$ 47.616,63	-352,64	R\$ 23,61	R\$ 8.327,55	R\$ 55.944,18
		1522,08				TOTAL	R\$ 663.377,48

FONTE: Os autores.

TABELA 03 – Tabela de simulação com demanda contratada de 1.900 kW.

DEMANDA (kW)	DEMANDA COM IMPOSTOS	FATURADO (kW)	FATURADO (R\$)	ULTRAPASSAGEM	VALOR	DEMANDA SEM ICMS	TOTAL
1900	R\$ 28,90	1716,48	R\$ 49.614,54	-183,52	R\$ 23,61	R\$ 4.333,80	R\$ 53.948,34
1900	R\$ 28,90	1451,52	R\$ 41.955,92	-448,48	R\$ 23,61	R\$ 10.590,80	R\$ 52.546,71
1900	R\$ 28,90	1584	R\$ 45.785,23	-316	R\$ 23,61	R\$ 7.462,30	R\$ 53.247,52
1900	R\$ 28,90	1805,76	R\$ 52.195,16	-94,24	R\$ 23,61	R\$ 2.225,47	R\$ 54.420,62
1900	R\$ 28,90	1486,08	R\$ 42.954,87	-413,92	R\$ 23,61	R\$ 9.774,67	R\$ 52.729,53
1900	R\$ 28,90	1710,72	R\$ 49.448,04	-189,28	R\$ 23,61	R\$ 4.469,82	R\$ 53.917,87
1900	R\$ 28,90	1506,24	R\$ 43.537,59	-393,76	R\$ 23,61	R\$ 9.298,59	R\$ 52.836,18
1900	R\$ 28,90	1195,2	R\$ 34.547,03	-704,8	R\$ 23,61	R\$ 16.643,76	R\$ 51.190,79
1900	R\$ 28,90	1385,28	R\$ 40.041,26	-514,72	R\$ 23,61	R\$ 12.155,04	R\$ 52.196,31
1900	R\$ 28,90	1307,52	R\$ 37.793,62	-592,48	R\$ 23,61	-R\$ 13.991,34	R\$ 51.784,96
1900	R\$ 28,90	1468,8	R\$ 42.455,39	-431,2	R\$ 23,61	R\$ 10.182,73	R\$ 52.638,12
1900	R\$ 28,90	1647,36	R\$ 47.616,63	-252,64	R\$ 23,61	R\$ 5.966,06	R\$ 53.582,69
		1522,08				TOTAL	R\$ 635.039,64

FONTE: Os autores.

TABELA 04 – Tabela de simulação com demanda contratada de 1.700 kW.

DEMANDA (kW)	DEMANDA COM IMPOSTOS	FATURADO (kW)	FATURADO (R\$)	ULTRAPASSAGEM	VALOR	DEMANDA SEM ICMS	TOTAL
1700	R\$ 28,90	1716,48	R\$ 49.614,54	16,48	R\$ 23,61	-R\$ 389,17	R\$ 50.003,71
1700	R\$ 28,90	1451,52	R\$ 41.955,92	-248,48	R\$ 23,61	R\$ 5.867,82	R\$ 47.823,74
1700	R\$ 28,90	1584	R\$ 45.785,23	-116	R\$ 23,61	R\$ 2.739,32	R\$ 48.524,55
1700	R\$ 28,90	1805,76	R\$ 52.195,16	105,76	R\$ 57,81	-R\$ 6.113,95	R\$ 58.309,10
1700	R\$ 28,90	1486,08	R\$ 42.954,87	-213,92	R\$ 23,61	R\$ 5.051,69	R\$ 48.006,56
1700	R\$ 28,90	1710,72	R\$ 49.448,04	10,72	R\$ 23,61	-R\$ 253,15	R\$ 49.701,19
1700	R\$ 28,90	1506,24	R\$ 43.537,59	-193,76	R\$ 23,61	R\$ 4.575,62	R\$ 48.113,20
1700	R\$ 28,90	1195,2	R\$ 34.547,03	-504,8	R\$ 23,61	R\$ 11.920,79	R\$ 46.467,82
1700	R\$ 28,90	1385,28	R\$ 40.041,26	-314,72	R\$ 23,61	R\$ 7.432,07	R\$ 47.473,33
1700	R\$ 28,90	1307,52	R\$ 37.793,62	-392,48	R\$ 23,61	-R\$ 9.268,36	R\$ 47.061,99
1700	R\$ 28,90	1468,8	R\$ 42.455,39	-231,2	R\$ 23,61	R\$ 5.459,76	R\$ 47.915,15
1700	R\$ 28,90	1647,36	R\$ 47.616,63	-52,64	R\$ 23,61	R\$ 1.243,09	R\$ 48.859,72
		1522,08				TOTAL	R\$ 588.260,06

FONTE: Os autores.

TABELA 05 – Tabela de simulação com demanda contratada de 1.635 kW.

DEMANDA (kW)	DEMANDA COM IMPOSTOS	FATURADO (kW)	FATURADO (R\$)	ULTRAPASSAGEM	VALOR	DEMANDA SEM ICMS	TOTAL
1635	R\$ 28,90	1716,48	R\$ 49.614,54	81,48	R\$ 23,61	-R\$ 1.924,14	R\$ 51.538,67
1635	R\$ 28,90	1451,52	R\$ 41.955,92	-183,48	R\$ 23,61	R\$ 4.332,86	R\$ 46.288,77
1635	R\$ 28,90	1584	R\$ 45.785,23	-51	R\$ 23,61	R\$ 1.204,36	R\$ 46.989,58
1635	R\$ 28,90	1805,76	R\$ 52.195,16	170,76	R\$ 57,81	-R\$ 9.871,57	R\$ 62.066,73
1635	R\$ 28,90	1486,08	R\$ 42.954,87	-148,92	R\$ 23,61	R\$ 3.516,73	R\$ 46.471,59
1635	R\$ 28,90	1710,72	R\$ 49.448,04	75,72	R\$ 23,61	-R\$ 1.788,12	R\$ 51.236,16
1635	R\$ 28,90	1506,24	R\$ 43.537,59	-128,76	R\$ 23,61	R\$ 3.040,65	R\$ 46.578,24
1635	R\$ 28,90	1195,2	R\$ 34.547,03	-439,8	R\$ 23,61	R\$ 10.385,82	R\$ 44.932,85
1635	R\$ 28,90	1385,28	R\$ 40.041,26	-249,72	R\$ 23,61	R\$ 5.897,10	R\$ 45.938,37
1635	R\$ 28,90	1307,52	R\$ 37.793,62	-327,48	R\$ 23,61	-R\$ 7.733,40	R\$ 45.527,02
1635	R\$ 28,90	1468,8	R\$ 42.455,39	-166,2	R\$ 23,61	R\$ 3.924,79	R\$ 46.380,18
1635	R\$ 28,90	1647,36	R\$ 47.616,63	12,36	R\$ 23,61	-R\$ 291,88	R\$ 47.908,51
		1522,08				TOTAL	R\$ 581.856,68

FONTE: Os autores.

TABELA 06 – Tabela de simulação com demanda contratada de 1.634 kW.

DEMANDA (kW)	DEMANDA COM IMPOSTOS	FATURADO (kW)	FATURADO (R\$)	ULTRAPASSAGEM	VALOR	DEMANDA SEM ICMS	TOTAL
1634	R\$ 28,90	1716,48	R\$ 49.614,54	82,48	R\$ 57,81	-R\$ 4.768,14	R\$ 54.382,67
1634	R\$ 28,90	1451,52	R\$ 41.955,92	-182,48	R\$ 23,61	R\$ 4.309,24	R\$ 46.265,16
1634	R\$ 28,90	1584	R\$ 45.785,23	-50	R\$ 23,61	R\$ 1.180,74	R\$ 46.965,97
1634	R\$ 28,90	1805,76	R\$ 52.195,16	171,76	R\$ 57,81	-R\$ 9.929,38	R\$ 62.124,54
1634	R\$ 28,90	1486,08	R\$ 42.954,87	-147,92	R\$ 23,61	R\$ 3.493,11	R\$ 46.447,98
1634	R\$ 28,90	1710,72	R\$ 49.448,04	76,72	R\$ 23,61	-R\$ 1.811,73	R\$ 51.259,78
1634	R\$ 28,90	1506,24	R\$ 43.537,59	-127,76	R\$ 23,61	R\$ 3.017,04	R\$ 46.554,62
1634	R\$ 28,90	1195,2	R\$ 34.547,03	-438,8	R\$ 23,61	R\$ 10.362,20	R\$ 44.909,24
1634	R\$ 28,90	1385,28	R\$ 40.041,26	-248,72	R\$ 23,61	R\$ 5.873,49	R\$ 45.914,75
1634	R\$ 28,90	1307,52	R\$ 37.793,62	-326,48	R\$ 23,61	-R\$ 7.709,78	R\$ 45.503,40
1634	R\$ 28,90	1468,8	R\$ 42.455,39	-165,2	R\$ 23,61	R\$ 3.901,18	R\$ 46.356,57
1634	R\$ 28,90	1647,36	R\$ 47.616,63	13,36	R\$ 23,61	-R\$ 315,49	R\$ 47.932,13
		1522,08				TOTAL	R\$ 584.616,80

FONTE: Os autores.

Observando as tabelas 05 e 06, é identificado que a demanda contratada ótima para o período em análise é de fato 1.635 kW, já que, acima disso, o consumo é maior e, abaixo disso, o consumo também é maior. A economia que seria gerada no ano é de aproximadamente R\$ 110.000,00 (ou uma média de R\$ 9.166,66 por mês), podendo variar de acordo com a demanda faturada e o consumo em cada mês.

5.4. MULTAS E JUROS

O Centro Politécnico não possui muitas multas. No período de análise, apenas em fevereiro de 2024 houve infrações, e todas elas por atraso no pagamento como mostrado na figura 07 abaixo.

FIGURA 07 – Fatura do centro politécnico referente ao mês de fevereiro de 2024.

Endereço: Rod Br 116 - Pe 01500 2022 Centro
 Politecnico - Jardim das Americas
 CEP: 81690-190
 Cidade: Curitiba - Estado: PR
 CNPJ: 75095679/0001-49
 I.E.:ISENTO

19450729

▲ CÓDIGO DÉBITO AUTOMÁTICO ▲



NOTA FISCAL No. 86717053 - SÉRIE 3
 DATA DE EMISSÃO: 20/02/2024

Consulte Chave de Acesso em:
<https://nf3e.fazenda.pr.gov.br/nf3e/NF3eConsulta?wsdl>
 Chave de Acesso
 4124 0204 3688 9800 0106 6600 3086 7170 5310 6477 2756

Protocolo de Autorização: 1412400008936417
 20/02/2024 às 12:02:10+00:00

Protocolo de Autorização: 1412400008936417 20/02/2024 12:02:10+00:00

REF: MÊS / ANO	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
02/2024	25/03/2024	R\$454.807,08

Itens de fatura	Unid.	Quant.	Preço unit (R\$) com tributos	Valor (R\$)	PIS/COFINS	ICMS	Tarifa unit. (R\$)	Tributo	Base de Cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)
ENERGIA ELETRICA TE PONTA	kWh	47.215	0,578265	27.302,78	1.094,79	4.914,50	0,450990	ICMS	386.166,00	18%	69.509,88
ENERGIA ELETRICA USD PONTA	kWh	47.215	1,497868	70.721,82	2.835,80	12.729,93	1,168190	COFINS	331.969,79	4,02%	13.345,19
ENERGIA ELETRICA TE F PONTA	kWh	496.987	0,368469	183.124,48	7.342,93	32.962,40	0,287370	PIS	331.969,79	0,87%	2.888,14
ENERGIA ELETRICA USD F PONTA	kWh	496.987	0,126375	62.806,65	2.518,42	11.305,20	0,098560	IMP-RET.	404.265,59	1,20%	-4.851,12
ENERGIA REAT EXCED TE PONTA	kWh	36	0,387222	13,94	0,56	2,51	0,302140	IMP-RET.	81.735,28	4,80%	-3.928,17
ENERGIA REAT EXCED TE F PONTA	kWh	1.019	0,387409	394,77	15,83	71,06	0,302140	IMP-RET.	486.060,87	0,65%	-3.159,33
DEMANDA USD	kW	1.451,52	28,798473	41.801,56	1.774,81	7.524,28	22,460000	IMP-RET.	486.060,87	3%	-14.581,75
DEMANDA USD ISENTO ICMS	kW	648,48	23,614792	15.313,72	650,19	0,00	22,460000	IMP-RET.	486.060,87	1%	-4.860,54
CESSAO DE ALIMENTADOR RESERVA				49.591,00				GRANDEZAS CONTRATADAS Demanda Todos os Periodos: 2100 kW Demanda Fora Ponta: 0 kW Energia Ponta: 0 kWh Energia Fora Ponta: 0 kWh Res. Capacidade Ponta: 0 kW Res. Capacidade Fora Ponta: 0 kW Montante na Ponta: 0 kW Montante Fora de Ponta: 0 kW			
MULTA SOBRE ILUMINACAO PUBLICA				2,22							
CORRECAO COMPART - ATRASO				23,48							
MULTA POR ATRASO NO PAGAMENTO				8.851,25							
JUROS CONTA ANTERIOR				589,49							
ACRESCIMO MORATORIO				319,01							
JUROS COMPART - ATRASO				33,32							
MULTA COMPART - ATRASO				493,60							
COMPARTILHAMENTO DE POSTE				24.680,00							
TOTAL				454.807,08	16.233,33	69.509,88					

FONTES: Fatura COPEL.

O gasto total foi de R\$ 9.347,07 em multas e R\$ 591,81 em juros. Isso representa aproximadamente 2% da média de gasto em reais da fatura no período de análise. Um valor alto que facilmente pode ser evitado.

5.5. ENERGIA REATIVA

O campus, durante o período de análise, teve o consumo de energia reativa muito reduzido. Até julho de 2023 o consumo era consideravelmente alto, chegando a resultar em aproximadamente R\$ 4800,00 (14283 kVArh) em abril do mesmo ano mostrado na figura 08 abaixo:

FIGURA 08 – Fatura do centro politécnico emitida no mês de abril de 2023.

Grandezas e Valores para Faturamento							
Produto	Leitura Anterior	Leitura Atual	Medido	Contratado	Faturado	Tarifa	Total
ENERGIA ELETRICA TE PONTA	10443073	10532773	64584,00		64584,00	0,499913	32.286,41
ENERGIA ELETRICA USD PONTA	10443073	10532773	64584,00		64584,00	1,323545	85.479,82
ENERGIA ELETRICA TE F PONTA	105805477	106518632	513471,00		513471,00	0,318436	163.507,67
ENERGIA ELETRICA USD F PONTA	105805477	106518632	513471,00		513471,00	0,142794	73.320,50
ENERGIA REAT EXCED TE PONTA	10333	10517	132,00		132,00	0,333485	44,02
ENERGIA REAT EXCED TE F PONTA	486756	506594	14283,00		14283,00	0,333559	4.764,22
DEMANDA USD	560	572	1647,36	2100,00	1647,36	22,646046	37.306,19
DEMANDA USD ISENTA ICMS					452,64	18,569813	8.405,44
ENERGIA ELETRICA CONSUMO	116248550	117051405	578055,00				
ENER.REAT.INDUTIVA	44299817	44675913	270789,00				

FONTE: Fatura COPEL.

Após esse período, alguma medida deve ter sido tomada pela universidade para fazer a redução e, o consumo foi reduzido para aproximadamente R\$ 200,00 (em torno de 450 kVArh), valor este que não tem alto impacto na fatura e, sendo assim, não é necessário realizar análise para diminuição do mesmo nessa unidade consumidora. A fatura mostrada abaixo é do mês de março de 2024 e registra um gasto de R\$ 160,48 com energia reativa excedente, que representa uma parcela mínima do valor total da fatura que é de R\$ 466.291,48.

FIGURA 09 – Fatura do centro politécnico emitida no mês de março de 2024.

Grandezas e Valores para Faturamento							
Produto	Leitura Anterior	Leitura Atual	Medido	Contratado	Faturado	Tarifa	Total
ENERGIA ELETRICA TE PONTA	1052994	1121116	49047,00		49047,00	0,580401	28.466,91
ENERGIA ELETRICA USD PONTA	1052994	1121116	49047,00		49047,00	1,503400	73.737,26
ENERGIA ELETRICA TE F PONTA	24348547	25083434	529118,00		529118,00	0,369830	195.683,87
ENERGIA ELETRICA USD F PONTA	24348547	25083434	529118,00		529118,00	0,126842	67.114,18
ENERGIA REAT EXCED TE PONTA	27044	27057	9,00		9,00	0,386667	3,48
ENERGIA REAT EXCED TE F PONTA	862733	863296	405,00		405,00	0,388815	157,47
DEMANDA USD	504	596	1716,48	2100,00	1716,48	28,904852	49.614,60
DEMANDA USD ISENTA ICMS					383,52	23,702023	9.090,20
ENERGIA ELETRICA CONSUMO	25401541	26204550	578166,00				
ENER.REAT.INDUTIVA	10603463	10906204	217973,00				

FONTE: Fatura COPEL.

Vale ressaltar que algumas outras unidades consumidoras, como o teatro da reitoria, possuem um valor alto no consumo de energia reativa e medidas de reduções como melhora na instalação elétrica, troca de equipamentos e instalação de banco de capacitores para fazer a correção pode ser viável e trazer grande retorno financeiro e energético.

6. DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS

O modelo do diagnóstico energético aplicado neste trabalho tem como base a ISO 50002 e ABNT NBR 16819 e foi realizado em três locais: prédio PK, bloco PF, Centro de Microscopia Eletrônica (CME) e Agência de Tecnologia da Informação e Comunicação (AGTIC). Os dois últimos foram escolhidos estrategicamente por possivelmente representarem uma alta parcela do consumo do Politécnico.

Os autores realizaram as visitas a esses prédios e coletaram as informações necessárias para fazer as análises e estimativas. Adicionalmente, para estimar o consumo de algumas salas específicas onde há dificuldades de acesso, foi necessário a realização de uma estimativa com base em outras salas semelhantes ou na visualização de planta baixa. Os documentos de cada diagnóstico estão nos apêndices A, B, C e D, respectivamente.

É importante salientar que cada ambiente tem suas particularidades e cada uma delas está descrita nos respectivos relatórios, assim como as considerações iniciais que foram utilizadas para realizar as análises e estimativas.

6.1. CRITÉRIO DE SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS USE

É considerado um equipamento de uso significativo de energia caso o equipamento (ou conjunto de equipamentos) satisfaça uma das seguintes condições:

- Se for um ar condicionado;
- Se possuir uma alta estimativa de consumo (maior que 500 kWh/mês).

No prédio PK, por exemplo, existem muitos computadores e, neste caso, o conjunto foi considerado equipamentos USE por conta de seu alto consumo mensal e por conta de os computadores representarem uma grande parcela dos equipamentos do bloco.

6.2. PRÉDIO PK

O prédio PK, ao todo, consome aproximadamente, em um mês normal, 4.000 kWh de acordo com o medidor instalado no quadro de entrada do bloco disponível no *site* do CANOPUS (Central de Operação e Monitoramento Minirrede no Politécnico – UFPR).

Como a utilização de equipamentos de USE nem sempre é um consenso, a análise e estimativa feita após a vistoria foi dividida em dois cenários:

- **Cenário com ar:** considerado estimativas mensais onde o ar condicionado sendo utilizado sempre que a sala também está sendo utilizada;
- **Cenário sem ar:** considerado estimativas mensais onde o ar condicionado não é utilizado quando a sala também está sendo utilizada.

Com isso, é possível diferenciar meses frios de meses quentes de forma simples e direta, sendo capaz de visualizar o impacto dos condicionadores de ar.

Ao todo, a estimativa feita de consumo no bloco PK foi de:

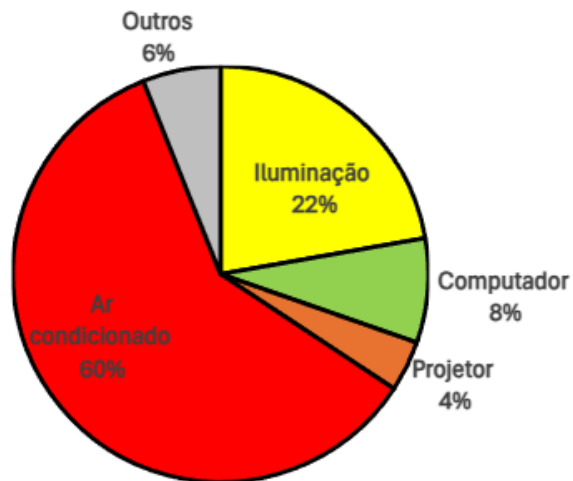
- **Cenário com ar:** 7.997 kWh/mês ou R\$ 6.461,35
- **Cenário sem ar:** 3.227 kWh/mês ou R\$ 2.556,97

A diferença para a medição obtida no CANOPUS se deve claramente a equipamentos que não foram considerados por terem impacto mínimo no consumo e por conta, é claro, das considerações relacionadas ao ar condicionado.

No bloco, a maior parte do gasto é proveniente de iluminação, ar condicionado, computadores e projetores, como ilustrado nas figuras a seguir:

FIGURA 10 – Relação de consumo por categoria do cenário com ar do bloco PK.

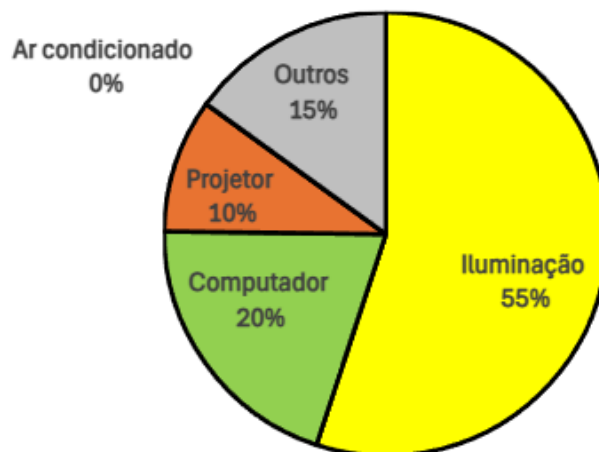
Consumo (kWh/mês) por categoria



FONTE: Os autores – APÊNDICE A.

FIGURA 11 – Relação de consumo por categoria do cenário sem ar do bloco PK.

Consumo (kWh/mês) por categoria

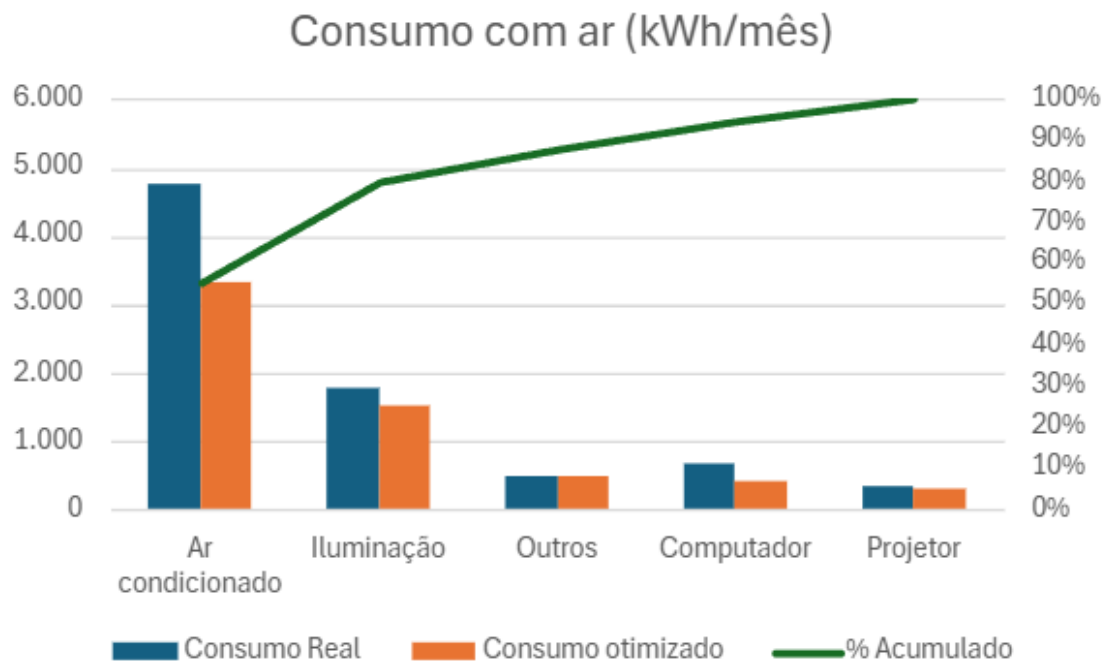


FONTE: Os autores – APÊNDICE A.

Por conta disso, as otimizações estimadas foram relacionadas a troca da iluminação fluorescente por LED, troca de equipamentos de ar condicionado por outros mais eficientes e automatização de equipamentos e iluminação para diminuir desperdícios, como equipamentos em *standby* e luzes acesas sem ninguém por perto.

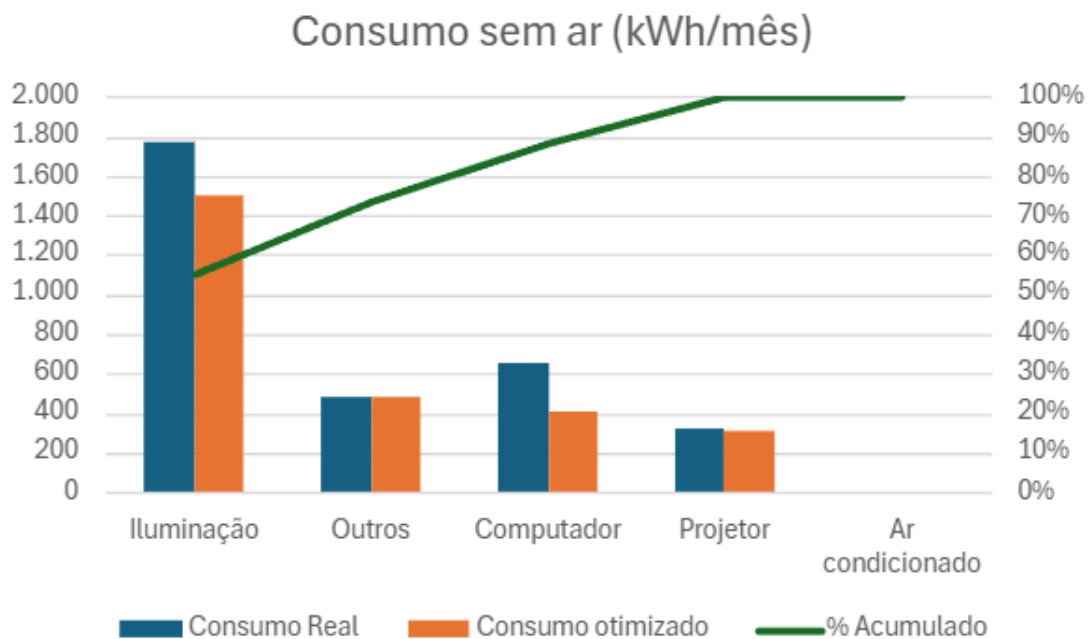
De forma mais visual e ilustrando as categorias que foram divididas os equipamentos, os resultados do diagnóstico do bloco PK para o cenário com ar e para o cenário sem ar, respectivamente, foram os seguintes:

FIGURA 12 – Gráfico de consumo do cenário com ar do bloco PK.



FONTE: Os autores – APÊNDICE A.

FIGURA 13 – Gráfico de consumo do cenário sem ar do bloco PK.



FONTE: Os autores – APÊNDICE A.

A economia total no bloco para os dois cenários foi de:

- **Cenário com ar:** 1.964 kWh/mês ou R\$ 1.562,07 considerando a troca dos ares condicionados, da iluminação e remoção do *standby*.
- **Cenário sem ar:** 533 kWh/mês ou R\$ 390,76, apenas trocando iluminação e removendo *standby*.

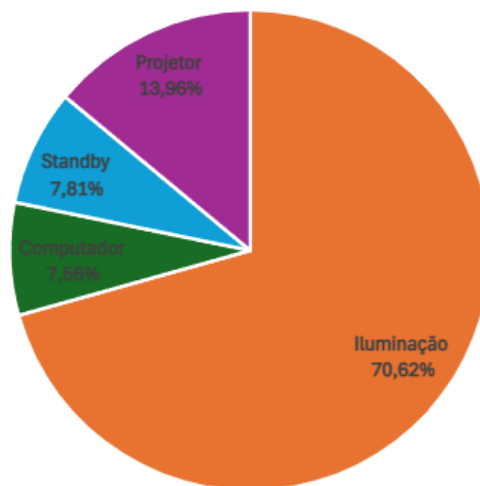
6.3. BLOCO PF

No bloco PF, não existem muitos equipamentos de potência significativa. O consumo do bloco se deve mais pela quantidade de equipamentos de baixo consumo do que por poucos de alto consumo.

A estimativa de consumo mensal do bloco feita no diagnóstico do apêndice B foi de 3.227 kWh ou R\$ 2.446,77, sendo o primeiro valor dividido da seguinte forma nas categorias mostradas na figura 14 abaixo:

FIGURA 14 – Gráfico de consumo por categoria do bloco PF.

Consumo (kWh/mês) por Categoria



FONTE: Os autores – APÊNDICE A.

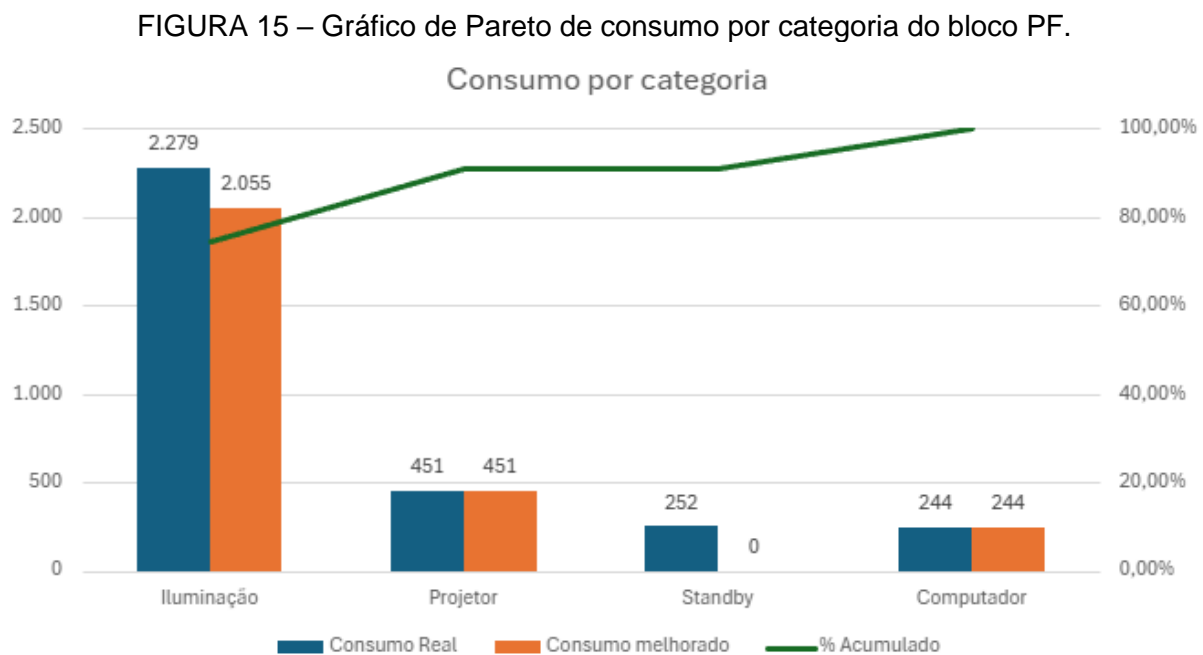
Por ter o perfil de consumo majoritariamente sendo de salas de aula, é evidente que sua maior parcela seria da iluminação, que possui 20% das lâmpadas sendo fluorescentes, projetores e computadores. Mas também, uma parcela relativamente significativa é proveniente de equipamentos em modo de espera, como projetores e computadores que não são desligados totalmente quando não utilizados.

Por conta disso, as ações para redução do consumo seria a troca da iluminação fluorescente 32W por LED 18W e a eliminação do *standby* dos equipamentos de modo geral, seja por meio de conscientização ou por meio de automatização dos ambientes. A primeira alternativa, apesar de depender do ser humano, ela não envolve custos monetários, sendo assim muito vantajosa.

A economia mensal estimada com essas ações é de:

- **Troca de lâmpadas fluorescentes:** 225 kWh ou R\$ 173,49;
- **Eliminação do modo de espera:** 259 kWh ou R\$ 172,18.

Isso totaliza uma economia mensal de 484 kWh ou R\$ 345,67. Abaixo, é mostrado um gráfico de comparação entre as categorias do bloco com o consumo real e com o consumo otimizado:



FONTE: Os autores – APÊNDICE A.

6.4. AGTIC

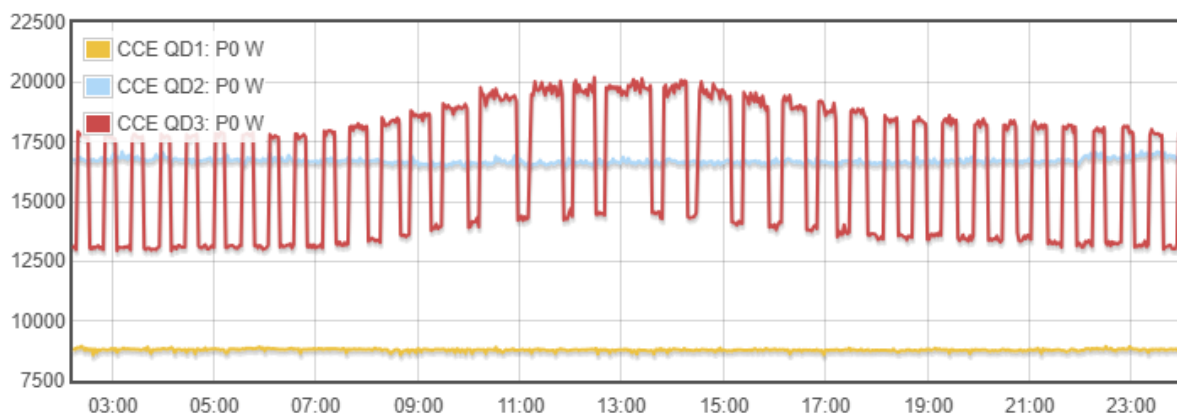
A AGTIC está localizada no quarto andar do prédio de administração e é composta por dois locais de perfis diferentes: o Centro de Processamento de Dados (CPD) e os escritórios. O CPD possui servidores e ares condicionados que funcionam 24 horas por dia, diferente do escritório, onde é utilizado em média 10 horas por dia e é proveniente de iluminação, ventiladores, computadores e ar condicionado em meses quentes. Por conta disso, foi dividido também em dois cenários:

- **Cenário com ar:** consideradas estimativas mensais onde o ar condicionado dos escritórios é utilizado sempre que a sala também está sendo utilizada;
- **Cenário sem ar:** consideradas estimativas mensais onde o ar condicionado dos escritórios não é utilizado quando a sala também está sendo utilizada.

Visto isso, já que nunca são desligados, os condicionadores de ar do CPD não serão desconsiderados em momento algum dos cálculos e, portanto, esses equipamentos estão sendo considerados nos dois cenários propostos.

A carga no CPD pode chegar a aproximadamente 46 kW. Isso é identificado pelos medidores instalados nos quadros de energia do andar. No CANOPUS, é possível verificar o gráfico, como mostrado na imagem abaixo:

FIGURA 16 – Gráfico de demanda do CPD da UFPR no dia 30/11/2024.



FONTE: CANOPUS.

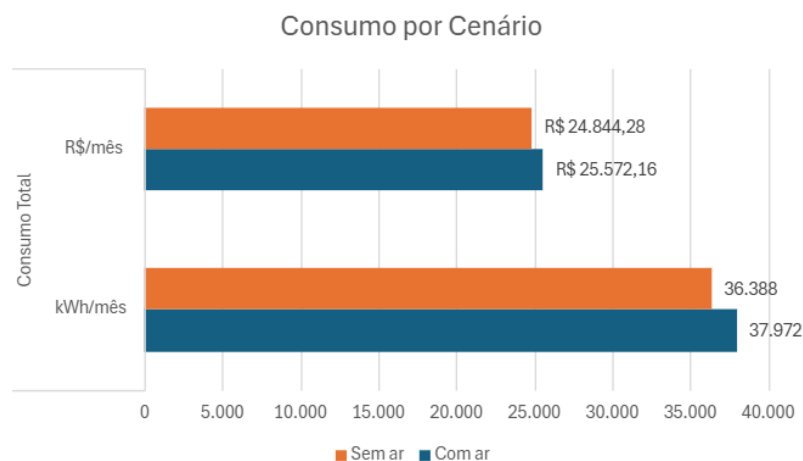
Na imagem, a linha amarela (CCE QD1) e a linha azul (CEE QD2) representam a medição da potência ativa dos equipamentos que fazem parte do servidor. Então

switches, hubs e qualquer outro equipamento utilizado no processamento dos dados estão medidos nesses dois medidores. Já a linha em vermelho (CCE QD3), ela representa a medição no quadro dos ares condicionados que ficam ligados o dia todo no CPD, para manter a eficiência e a temperatura entre 18 a 26°C.

No ACTIC, não foram encontradas lâmpadas fluorescentes. No entanto, há muito ares condicionados e computadores. Ao todo, a estimativa feita de consumo do local foi a seguinte:

- **Cenário com ar:** 37.972 kWh/mês ou R\$ 25.572,16;
- **Cenário sem ar:** 36.388 kWh/mês ou R\$ 24.844,28.

FIGURA 17 – Gráfico de consumo por cenário AGTIC.



FONTE: Os autores.

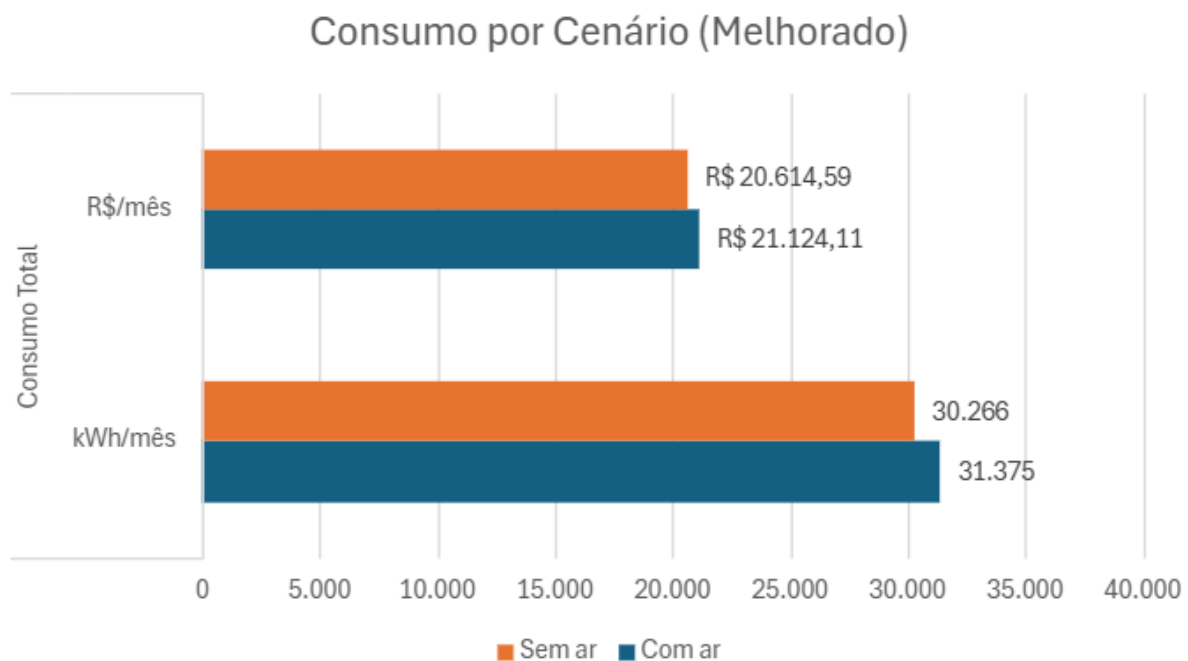
É visível que, por conta de ser considerado apenas os ares condicionados dos escritórios, não há uma diferença tão expressiva entre os dois cenários.

Para este ambiente, foi encontrada uma melhoria significativa apenas em relação aos ares condicionados, já que, em comparação, os outros equipamentos se tornam insignificantes e o local possui iluminação toda em LED. Os condicionadores de ar representam 46,25% do consumo do prédio. Porém, outro ponto de melhoria que poderia trazer ótimos resultados seria um estudo específico relacionado à eficiência dos condicionadores de ar no CPD com uma das paredes inteira de janelas, onde o sol atinge diretamente em um horário do dia e deve haver trocas de calor mais intensa por conta disso. Foi feita uma análise baseada no documento “Escritórios de planta livre: o impacto de diferentes soluções de fachada na eficiência energética”, estudo que analisa a troca de vidros comuns por vidros de controle solar

ou baixo emissivo (*low-e*), e, com isso, foi obtido uma economia mensal de 1.768 kWh ou R\$ 1.228,09 e com as trocas dos condicionadores de ar antigos 5.268 kWh ou R\$ 3.546,83 mensais.

Então, com a melhoria nos ares condicionados aplicadas, a estimativa de consumo do ambiente é mostrada na figura 18 abaixo.

FIGURA 18 – Gráfico de consumo melhorado por cenário AGTIC.



FONTE: Os autores.

A economia mensal, então, foi de:

- **Cenário com ar:** 6.597 kWh/mês ou R\$ 4.448,06 considerando a troca de ar condicionado do CPD, da sala do *nobreak* e dos escritórios, troca dos vidros da janela do CPD e eliminação do standby dos computadores;
- **Cenário sem ar:** 6.122 kWh/mês ou R\$ 4.229,69 considerando a troca de ar condicionado do CPD e da sala do *nobreak*, troca dos vidros da janela do CPD e eliminação do standby dos computadores.

6.5. CME

O CME envolve equipamentos de alta tecnologia e alta potência. Nele, existe diversos microscópios de diversas aplicações que necessitam de uma temperatura ótima para terem uma boa performance. Então, análises relacionadas ao arrefecimento do ambiente foram a prioridade.

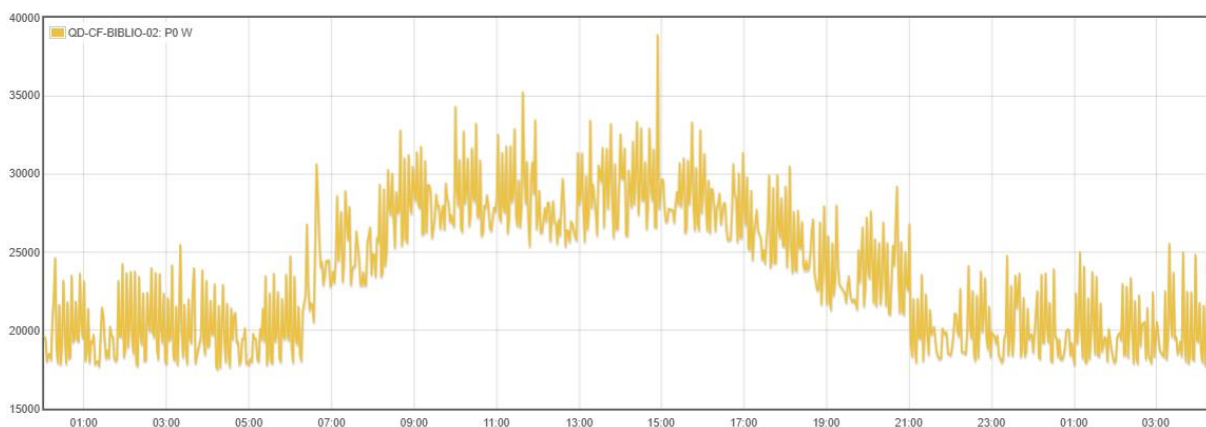
Assim como no AGTIC, o CME possui locais onde o ar condicionado permanece funcionando durante 24 horas por dia, o ano todo. Mas também possui outros ambientes que não. Então, a análise será dividida nos mesmos dois cenários:

- **Cenário com ar:** considerado estimativas mensais onde o ar condicionado dos ambientes que não são 24h é utilizado sempre que a sala também está sendo utilizada;
- **Cenário sem ar:** considerado estimativas mensais onde o ar condicionado dos ambientes que não são 24h não é utilizado sempre que a sala também está sendo utilizada;

Visto isso, já que nunca são desligados, os condicionadores de ar dos ambientes controlados não serão desconsiderados em momento algum dos cálculos e, portanto, esses equipamentos estão sendo considerados nos dois cenários propostos.

O perfil de consumo do CME é bem alto, como é possível ver no gráfico retirado do CANOPUS na figura 19 abaixo:

FIGURA 19 – Gráfico de demanda do CME no dia 04/12/2024.



FONTE: CANOPUS.

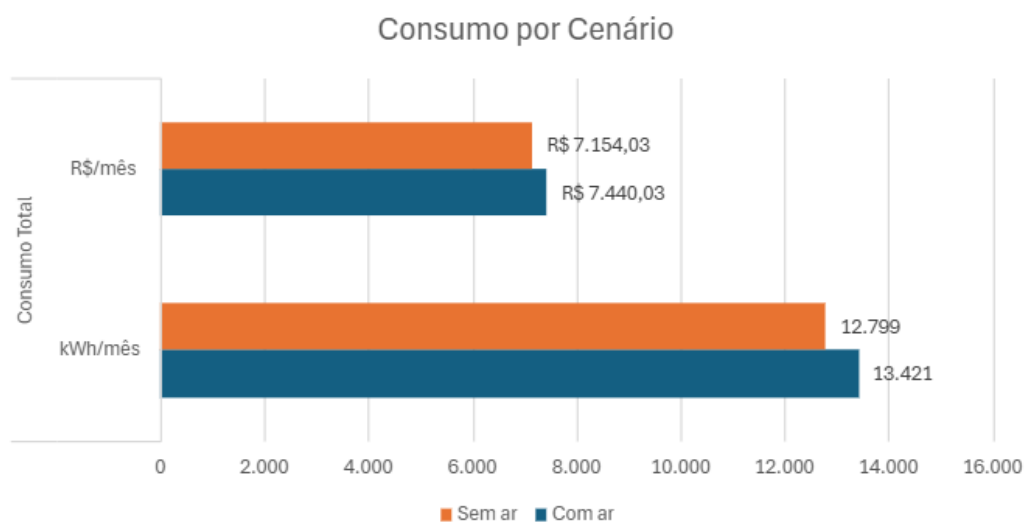
É possível observar neste gráfico que, mesmo durante o período noturno, a demanda ainda é alta (cerca de 20 kW). Isso justamente por conta de que os ares condicionados e alguns equipamentos permanecem funcionando durante o período noturno, raramente sendo desligados para não danificar os equipamentos.

No CME, a presença de lâmpadas fluorescentes são poucas e se torna insignificante no meio do consumo de tanto maquinário de alta potência, então foi desconsiderada, mas, depois de tudo mostrado neste documento, a importância da troca desse tipo de iluminação é imprescindível para a melhoria da eficiência energética do prédio.

Ao todo, a estimativa do consumo mensal do CME foi de:

- **Cenário com ar:** 13.421 kWh/mês ou R\$ 7.440,03;
- **Cenário sem ar:** 12.799 kWh/mês ou R\$ 7.154,03.

FIGURA 20 – Gráfico de consumo por cenário CME.



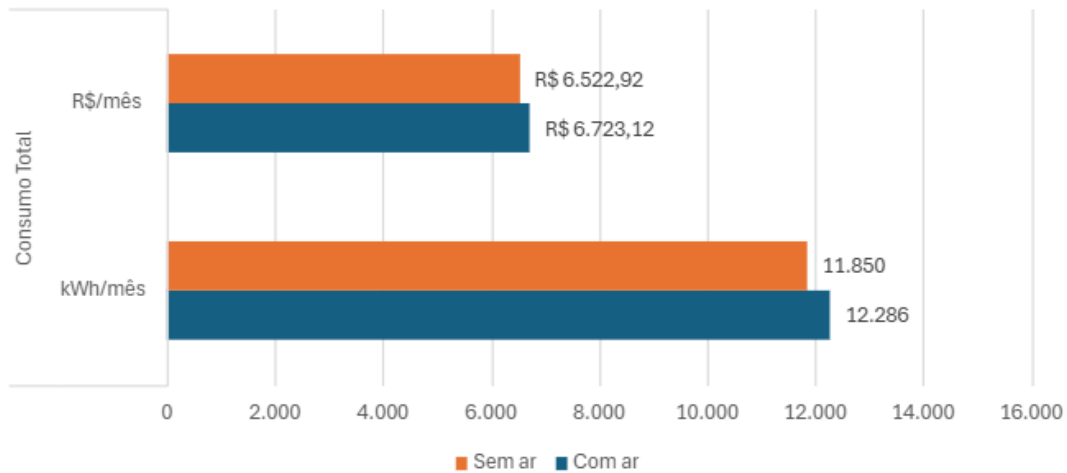
FONTE: Os autores.

Neste ambiente, existem alguns ares condicionados que são mais antigos e não possuem novas tecnologias. Então, com a troca para novos modelos, a estimativa de consumo mensal do prédio seria:

- **Cenário com ar:** 12.286 kWh/mês ou R\$ 6.723,12;
- **Cenário sem ar:** 11.850 kWh/mês ou R\$ 6.522,92.

FIGURA 21 – Gráfico de consumo por cenário otimizado CME.

Consumo por Cenário (Melhorado)



FONTE: Os autores.

Com isso, seguinte economia mensal foi feita:

- **Cenário com ar:** 1.136 kWh/mês ou R\$ 716,91;
- **Cenário sem ar:** 949 kWh/mês ou R\$ 631,11.

Além disso, como comentado no diagnóstico (apêndice D), um dos ambientes não pode haver perturbação, porém possui ares condicionados residenciais instalados. Seria necessário um estudo completo com medições para avaliar a necessidade e viabilidade do CME de adquirir equipamentos para uso específicos em laboratórios ou utilizar outras medidas, seja ela de arrefecimento que não gere tanta perturbação no ambiente ou para reduzir a perturbação com os equipamentos ali presentes.

7. RESULTADOS GERAIS

Com todas as propostas de economia apresentadas, para os dois cenários propostos, a economia no centro politécnico seria de:

TABELA 07 – Economia do centro politécnico para o cenário com ar (meses quentes).

Cenário com ar condicionado			
Procedimento	Economia		
	kWh/mês	R\$/mês	R\$/ano
Análise de demanda	-	R\$ 9.166,66	R\$ 109.999,92
Redução de multas e juros	-	R\$ 9.938,88	R\$ 119.266,56
Diagnóstico energético PK	1964	R\$ 1.562,07	R\$ 18.744,84
Diagnóstico energético PF	484	R\$ 345,67	R\$ 4.148,04
Diagnóstico energético AGTIC	6597	R\$ 4.448,06	R\$ 53.376,72
Diagnóstico energético CME	1136	R\$ 716,91	R\$ 8.602,92
TOTAL	10181	R\$ 26.178,25	R\$ 314.139,00

FONTE: Os autores.

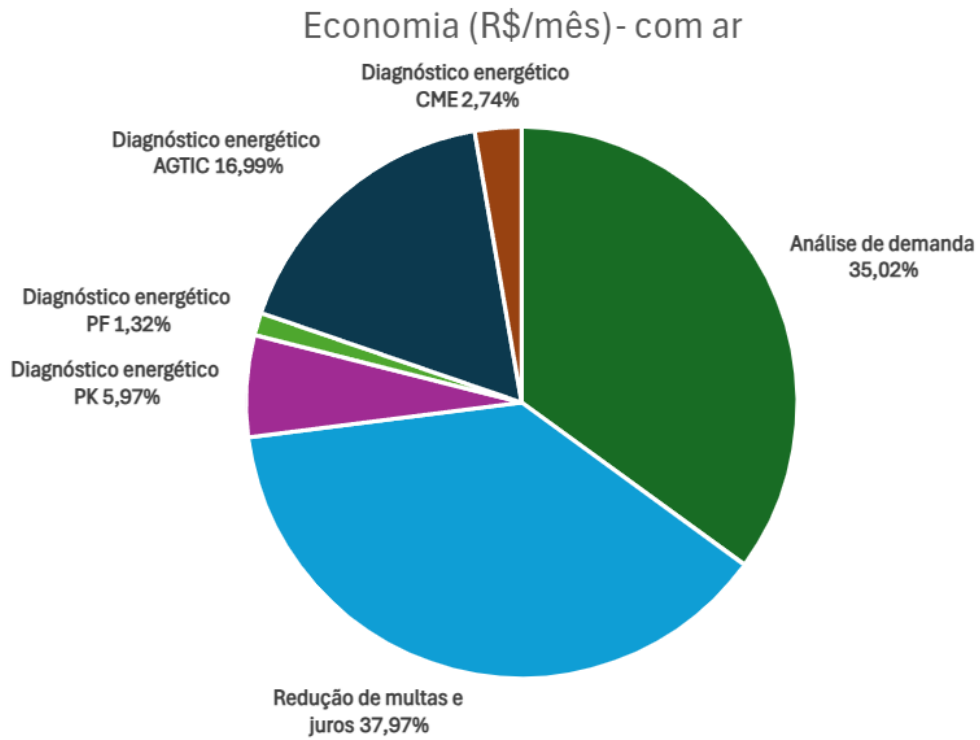
TABELA 08 – Economia do centro politécnico para o cenário sem ar (meses amenos).

Cenário sem ar condicionado			
Procedimento	Economia		
	kWh/mês	R\$/mês	R\$/ano
Análise de demanda	-	R\$ 9.166,66	R\$ 109.999,92
Redução de multas e juros	-	R\$ 9.938,88	R\$ 119.266,56
Diagnóstico energético PK	533	R\$ 390,76	R\$ 4.689,12
Diagnóstico energético PF	484	R\$ 345,67	R\$ 4.148,04
Diagnóstico energético AGTIC	6122	R\$ 4.229,69	R\$ 50.756,28
Diagnóstico energético CME	949	R\$ 631,11	R\$ 7.573,32
TOTAL	8088	R\$ 24.702,77	R\$ 296.433,24

FONTE: Os autores.

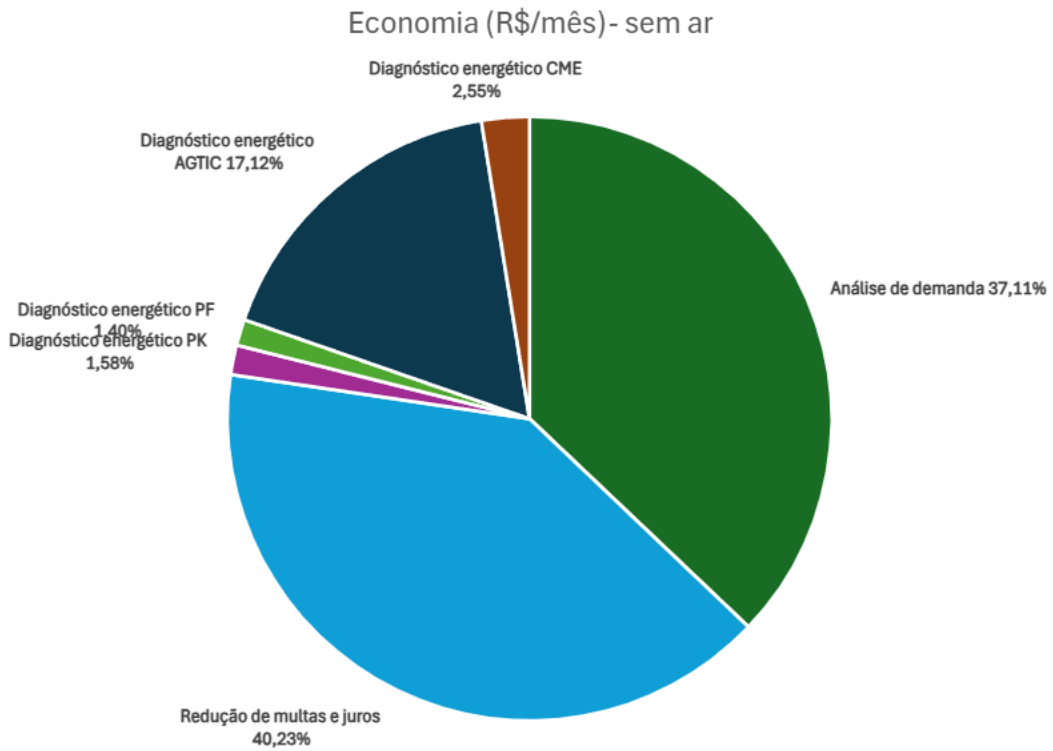
Para facilitar a visualização, na imagem 22 a seguir é mostrado a parcela de economia que cada procedimento foi responsável.

FIGURA 22 – Economia de cada procedimento do cenário com ar.



FONTE: Os autores.

FIGURA 23 – Economia de cada procedimento do cenário sem ar.



FONTE: Os autores.

A baixa diferença que existe entre os dois cenários se dá, justamente, pelos ares condicionados dos blocos que não funcionam, obrigatoriamente, 24 horas por dia. De modo geral, a economia em meses quentes seria de R\$ 26.178,25 e em meses mais amenos seria de R\$ 24.702,77.

Para as ações da análise de fatura do centro Politécnico, ao todo, totalizaria uma economia de R\$ 19.105,54 por mês e os diagnósticos energéticos representam uma economia mensal de R\$ 7.072,71 para o cenário com ar (meses quentes) e R\$ 5.597,23 para o cenário sem ar (meses frios).

Mesmo com toda essa economia, ainda é possível reduzir a fatura de energia e/ou melhorar a eficiência energética do ambiente com as soluções propostas nos diagnósticos energéticos (apêndices A, B, C e D).

8. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma análise abrangente sobre a gestão e eficiência energética no campus Centro Politécnico da UFPR, com foco na otimização do uso de energia elétrica em unidades consumidoras de grande impacto. Por meio da análise detalhada de faturas e diagnósticos energéticos em quatro locais estratégicos, foi possível identificar ineficiências, propor ações corretivas e estimar economias financeiras e energéticas significativas.

Os resultados destacam a importância de medidas como a adequação tarifária, substituição de equipamentos ineficientes, automação e conscientização no uso de energia. A implementação das soluções propostas tem potencial de reduzir custos mensais e contribuir para uma cultura de sustentabilidade na universidade.

Além disso, o estudo reforça que a utilização de normas como ISO 50001 e ISO 50002 oferece um arcabouço metodológico robusto para diagnósticos e gestão energética, podendo ser replicado em outras instituições de ensino ou empresas. Este trabalho não apenas atingiu seus objetivos específicos, mas também lançou bases para futuras melhorias, incentivando a UFPR a avançar na adoção de práticas energeticamente mais eficientes.

Por fim, espera-se que este estudo inspire iniciativas semelhantes em outras instituições, contribuindo para um modelo de gestão de energia mais sustentável e eficaz, alinhado às necessidades ambientais e econômicas da atualidade.

9. REFERÊNCIAS

COPEL (PR). **Demanda**. In: Demanda. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/para-sua-empresa/demanda/>. Acesso em: 01 jun. 2024. COPEL, 2022a.

COPEL (PR). **Tarifas de energia elétrica**. In: Tarifas de energia elétrica. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/tarifas-de-energia-eletrica/>. Acesso em: 01 jun. 2024. COPEL, 2024b.

COPEL (PR). **Fator de potência**. In: Fator de potência. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/para-sua-empresa/fator-de-potencia/>. Acesso em: 01 jun. 2024. COPEL, 2022c.

ANEEL. **Modalidades Tarifárias**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/entenda-a-tarifa/modalidades-tarifarias>. Acesso em: 22 jun. 2024. ANEEL, 2022.

RICARTE, Igor S. **GESTÃO DE MODALIDADE TARIFÁRIA: UM ESTUDO DE CASO APLICADO EM UMA INDÚSTRIA CATARINENSE**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/218951>. Acesso em: 03 abr. 2024.

CENTRO DE PESQUISA ENERGÉTICA (CEPEL). **Guia para eficiência energética nas edificações públicas**. Versão 1. Rio de Janeiro: CEPEL, 2014.

NASCIMENTO, Lucas A. N. **INDICADORES DE DESEMPENHO ENERGÉTICO EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO SUPERIOR**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, [S. l.], 2021.

DONIN, Júnior E. **GESTÃO DE FATURAS DE ENERGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, [S. l.], 2022.

ENERGI. Disponível em: <https://energi.eletrica.ufpr.br/> (Acesso em 03 abr. 2024.)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR ISO 50001: SISTEMA DE GESTÃO DE ENERGIA**, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR ISO 50002: DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO - REQUISITOS COM ORIENTAÇÃO PARA USO**, 2014.

GIRARDI, Greyci et al. **Guia sobre gestão de faturas de energia elétrica**. Way2blog: [s. n.], 2019. Disponível em: <https://www.way2.com.br/blog/gestao-de-faturas-de-energia/#:~:text=Possibilita%20identificar%20padr%C3%B5es%20de%20consumo,%C3%A0%20efici%C3%Aancia%20energ%C3%A9tica%20da%20organiza%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 01 jun. 2024.

PROCEL et al. **Manual de Tarifação da Energia Elétrica**. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp>. Acesso em: 02 jun. 2024.

BUSCAR RURAL. **Energia rural: entenda o que é e quais são as regras para tê-la**. *Buscar Rural*, 6 de março de 2024. Disponível em: <https://blog.buscarrural.com/agronegocio/energia-rural-entenda-o-que-e/>. Acesso em: 05 nov. 2024.

PROBEN. **Resultados do Programa**. Universidade Federal de Pelotas, Programa de Benefícios Estudantis. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/proben/acoes-e-resultados/resultados-do-programa/> Acesso em: 05 nov. 2024.

ORTIZ, H. *Guia de Diagnóstico Energético*. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/sef/materiais-disponiveis-para-download-1/toolbox/mitsidi_guia_diagnostico-energetico_r00.pdf. Acesso em: 04 dez. 2024.

SOUSA, G. M.; MENDONÇA, A. A. R.; FERREIRA, E. S. Análise de eficiência energética em edificações: o impacto de diferentes tipos de vidros. *Ambiente Construído*, v. 22, n. 1, p. 135-151, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/ZkfrnjcwVwLkhzV6PCx9mPD/?format=pdf>. Acesso em: 5 dez. 2024.

10. APÊNDICES

APÊNDICE A – DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO PK (ver arquivo Diagnóstico Energético PK.pdf)

APÊNDICE B – DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO BLOCO PF (ver arquivo Diagnóstico Energético PF.pdf)

APÊNDICE C – DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO AGTIC (ver arquivo Diagnóstico Energético AGTIC.pdf)

APÊNDICE D – DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO CME (ver arquivo Diagnóstico Energético CME.pdf)